



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

SOLUCION PARA EL MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DEL SERVICIO DE
TELECOMUNICACIONES EN UNA RED HFC

AUTORES:

Ing. Javier Enrique Charris Carroll

Ing. Ricardo Antonio Díaz Ripoll

TUTORES:

Ing. Carmenza Luna Amaya

Ing. Rita Peña-Baena Niebles

Barranquilla

2017

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	15
1.1. SITUACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	26
1.3. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS	27
1.3.1. Objetivo General	27
1.3.2. Objetivos Específicos.....	27
1.3.3. Resultado Esperado.....	27
1.4. METODOLOGIA.....	27
1.4.1. Etapa 1 Establecimiento de alcance.	27
1.4.2. Etapa 2 Estudio de la situación actual y definición de requisitos.	28
1.4.3. Etapa 3 Estudio y valoración de las alternativas de solución.	28
1.4.4. Etapa 4 Selección de una solución	28
1.5. DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL.....	29
1.5.1. Delimitación Temporal.....	29
1.5.2. Delimitación Geográfica	29
2. MARCO DE REFERENCIA	31
2.1. MARCO CONCEPTUAL	31
2.2. MARCO TEÓRICO	33
2.2.1. Metodología Métrica V 3.0	34

2.2.1.1.	Estudio de viabilidad del sistema (EVS).....	35
2.2.1.2.	Etapas de estudio de viabilidad del sistema	36
2.2.1.2.1.	Establecimiento del alcance del sistema	36
2.2.1.2.2.	Estudio de la situación actual.....	37
2.2.1.2.3.	Definición de requisitos.	39
2.2.1.2.4.	Estudio de alternativas de solución.....	40
2.2.1.2.5.	Valoración de las alternativas.....	41
2.2.1.2.6.	Selección de la solución.....	42
2.3.	MARCO LEGAL	45
3.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA METRICAS V3.....	51
3.1.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA	51
3.2.1.	ETAPA 1: Alcance Del Sistema	53
3.2.1.1.	Análisis De Restricciones	55
3.2.1.1.1.	Restricciones Técnicas Y Operativas	55
3.2.1.2.	Restricciones Económicas.....	60
3.2.2.	ETAPA 2: Situación Actual.....	63
3.2.2.1.	Técnico.....	63
3.2.2.1.1.	Tecnología actual para mantener disponibilidad de servicio.	63
3.2.2.2.	Recursos humanos.....	71
3.2.2.3.	Procedimientos.....	72
3.2.2.4.	Indicadores Operacionales.	75

3.2.2.4.1.	Indicador de indisponibilidad de empresa de telecomunicaciones	75
3.2.3.	ETAPA 3: Definición De Requisitos Del Sistema	84
3.2.3.1.	Análisis de requisitos	85
3.2.3.2.	Requisitos de seguridad	85
3.2.3.3.	Requisitos de funcionamiento eléctrico	86
3.2.3.4.	Requisitos de material de construcción.....	87
3.2.3.5.	Requisitos mecánicos.....	87
3.2.3.6.	Requisitos de refacciones y reservas.....	88
3.2.3.7.	Requisitos de protección ambiental	88
3.2.4.	ETAPA 4: Estudio Y Valoración De Las Alternativas De Solución.....	89
3.2.4.1.	Instalación doble banco de baterías	90
3.2.4.2.	Instalación de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías.....	96
3.2.4.3.	Móvil para fuentes de poder.....	103
3.2.4.4.	Migración de fuentes de poder a estaciones bases de telefonía celular	108
3.2.4.5.	Sustentación eléctrica a través de paneles solares	113
3.2.5.	VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.	121
3.2.5.1.	Valoración Instalación doble banco de baterías	121
3.2.5.2.	Valoración Instalación de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías	121
3.2.5.3.	Móvil exclusivo para fuentes de poder	122
3.2.5.4.	Migración de fuentes de poder a estaciones bases de telefonía celular	123
3.2.5.5.	Valoración Instalación de Sustentación eléctrica a través de paneles solares.....	123

3.2.6.	ETAPA 5: Selección De La Solución	124
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
	BIBLIOGRAFIA	129
	ANEXOS	131

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Comparativo empresas prestadoras de energía eléctrica en Colombia por suscriptores, cantidad de PQR y la cantidad de soluciones	17
Ilustración 2. Evaluación SAIDI y SAFI para el año 2016.....	18
Ilustración 3. Diagrama de una red hibrida fibra coaxial.....	19
Ilustración 4. Fuente de poder de una red HFC	20
Ilustración 5. Disponibilidad Costa vs. Otras regionales	21
Ilustración 6. Principales Causas de indisponibilidad.....	22
Ilustración 7. Efectos del problema de alta disponibilidad del servicio.	23
Ilustración 8. Indicador de NPS (Net promotore Score) por regional.	25
Ilustración 9. Esquema de red Eléctrica.....	32
Ilustración 10. Diagrama de metodología de estudio de viabilidad de sistema.....	36
Ilustración 11. Diagrama de etapas y sus macro actividades.	52
Ilustración 12. Fuentes ALPHA XM Series 2	64
Ilustración 13. Rangos de temperatura máxima Zona Costa.	67
Ilustración 14. Cadena de baterías conectada en serie.	68
Ilustración 15. Cadena de baterías conectada en paralelo.....	68
Ilustración 16. Fuente con doble banco de baterías.	69
Ilustración 17. Capacidad y tiempo de almacenamiento de las baterías.....	70
Ilustración 18. Estructura de jefatura de red externa y óptica.....	71
Ilustración 19. Segmento detallado de una red HFC y su cobertura.....	76
Ilustración 20. Tendencia de indicador de indisponibilidad a agosto del 2017.	79
Ilustración 21. Causas de indisponibilidad por región.....	79
Ilustración 22. Participación de afectación por ausencia de energía por ciudad.....	80

Ilustración 23. Georreferenciación de nodos por fuentes ciudad Barranquilla.....	83
Ilustración 24. Diagrama de conexión de un doble banco de baterías.....	90
Ilustración 25. Doble banco de batería instalado en la ciudad de Barranquilla.	91
Ilustración 26. Efectividad de solución de doble banco de baterías en fuentes indisponibles en horas de servicio por ausencia de energía eléctrica	92
Ilustración 27. Gabinete diseñador para la colocación de 3 o 4 bancos de baterías en espacio público.....	97
Ilustración 28. Colocación de solución de 3 ó 4 bancos de baterías en espacio publico	98
Ilustración 29. Efectividad de solución de triple o cuarto banco de baterías en fuentes indisponibles en horas de servicio por ausencia de energía eléctrica	99
Ilustración 30. Cantidad total y promedio de fuentes de poder por mes por afectación por ausencia de energía eléctrica.....	104
Ilustración 31. Número de veces Vs la cantidad de fuentes con indisponibilidad de servicio diario en periodo 2017	104
Ilustración 32. Medico de impacto de solución Antes Vs después de implementación de móvil de exclusiva para fuentes de poder.....	105
Ilustración 33.estación base de tecnología celular	109
Ilustración 34. Banco de baterías y plantas eléctricas en estaciones bases.....	109
Ilustración 35. Efectividad de solución migración de fuentes a BTS indisponibles en horas de servicio por ausencia de energía eléctrica.....	110
Ilustración 36. Diagrama de instalación de panel fotovoltaico	113
Ilustración 37. Ejemplo de sustentación de panel solar	114
Ilustración 38. Kit de paneles solares KYOCERA	116
Ilustración 39. Kit de paneles solares SHINE.....	116

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Autonomía típica en minutos del banco de baterías por cantidad de carga eléctrica .	21
Tabla 2. Indicador de indisponibilidad de todos los servicios fijos de la zona Costa vs otras regionales	21
Tabla 3. Participación de marcaciones recibidas por callcenter de servicio en zona Costa	23
Tabla 4. Indicador de mtto domiciliario en zona costa	24
Tabla 5. Indicador de incidentes de red externa en zona costa	25
Tabla 6. Objetivos Específicos.....	27
Tabla 7. Actividades de establecimiento del alcance del sistema	37
Tabla 8. Actividades de estudio de situación actual.....	39
Tabla 9. Actividades para la definición de requisitos del sistema.....	40
Tabla 10. Actividades de estudio de alternativa solución.	41
Tabla 11. Actividades de valoración de alternativas	42
Tabla 12. Actividades para la selección de solución.....	43
Tabla 13. METRICAS V3.0 Vs. Estudio de viabilidad estándar	44
Tabla 14. Tarifa de arriendo de espacio de UFINET	60
Tabla 15. Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito de Barranquilla.....	62
Tabla 16. Especificaciones técnicas de la fuente ALPHA XME SERIES 2.	66
Tabla 17. Autonomía de baterías según la capacidad de consumo.	70
Tabla 18. Responsabilidades de cargos de la jefatura de red externa y óptica	72
Tabla 19. Cantidad de móviles por turno y su capacidad con plantas eléctricas.	74
Tabla 20. Tabla de urgencia, Tabla de impacto y Matriz Urgencia Vs impacto.....	78
Tabla 21. Participación nacional de indisponibilidad y % de afectación electrificadora.....	80
Tabla 22. Cantidad de nodos por horas de indisponibilidad después del soporte.....	81

Tabla 23. Cantidad de nodos por horas de indisponibilidad después del soporte en Atlántico	82
Tabla 24. Requisitos de seguridad	85
Tabla 25. Requisitos de parámetros de funcionamiento eléctrico.....	86
Tabla 26. Requisitos de parámetros de funcionamiento eléctrico.....	87
Tabla 27. Requisitos funcionamiento mecánico	88
Tabla 28. Requisitos de refacciones y reservas.....	88
Tabla 29. Requisitos de refacciones y reservas.....	89
Tabla 30. Cantidad de fuentes por horas de indisponibilidad después del soporte en Atlántico x cantidad de carga que soporta la fuente	91
Tabla 31. Cantidad de fuentes que se solucionan por rango de horas de indisponibilidad con implementación de doble banco de baterías.	92
Tabla 32. Cumplimiento de solución de doble banco de batería con respecto a las restricciones.	93
Tabla 33. Cumplimiento de solución de doble banco de batería con respecto a los requisitos	95
Tabla 34. Puntos de incumplimiento de la solución de doble banco de batería con respecto a los requisitos	96
Tabla 35. Cumplimiento de solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a los requisitos	98
Tabla 36. Cumplimiento de solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a las restricciones.	100
Tabla 37. Cumplimiento de solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a los requisitos	101
Tabla 38. Puntos de incumplimiento de la solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a los requisitos	102

Tabla 39. Cumplimiento de móvil exclusiva para fuentes de poder con respecto a las restricciones.	106
Tabla 40. Cumplimiento de móvil exclusiva de fuentes de poder con respecto a los requisitos	107
Tabla 41. Cumplimiento de solución de migración de fuentes de poder a BTS con respecto a las restricciones.	111
Tabla 42. Cumplimiento de solución de migración de fuentes de poder a BTS con respecto a los requisitos	112
Tabla 43. Cumplimiento de solución de sustentación eléctrica por panel solar con respecto a las restricciones	115
Tabla 44. Cumplimiento de solución de migración de fuentes de poder a BTS con respecto a los requisitos	117
Tabla 45. Resumen general de soluciones en cumplimiento de restricciones e impacto en horas de indisponibilidad en la zona Costa.	118
Tabla 46. Comparación de las restricciones y requerimientos de todas las soluciones propuestas	120
Tabla 47. Presupuesto para implementación de solución de doble banco de baterías	121
Tabla 48. Presupuesto para implementación de solución de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías	122
Tabla 49. Presupuesto para implementación de solución de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías	122
Tabla 50. Presupuesto para implementación de migración de fuentes de poder a estaciones bases de telefonía celular.	123
Tabla 51. Presupuesto para implementación de sustentación eléctrica por paneles solares. .	124
Tabla 52. Status y aprobación del portafolio de soluciones.	124

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta uno de los problemas que afectan al servicio de telecomunicaciones de las empresas que brindan servicios a través de la red híbrido fibra coaxial (HFC). Actualmente, las empresas que prestan servicios, manejan dentro de sus indicadores porcentajes de servicio sin suministrar; por tal motivo es un indicador de vital importancia para las compañías, debido a las regulaciones y los estándares cada vez más estrictos, que rigen en el sector económico en el cual se desarrollan. Este indicador es conocido como la “indisponibilidad del servicio”, el cual consiste en la cantidad de horas de servicio dejado de suministrar a los clientes porque tienen algún tipo de problema.

Para las empresas de telecomunicaciones, este indicador actualmente está siendo afectado fuertemente debido a que en la costa Caribe los índices de indisponibilidad del servicio cada vez son mayores, a causa de que el servicio de energía en la costa Caribe es suministrado por un tercero. Dicha compañía en los últimos años está siendo intervenida por el Estado, logrando que la prestación de su servicio cada vez sea más ineficiente y a su vez generando un aumento significativo de estos indicadores. De igual manera, generando más pagos en multas y retribuciones a la comunidad por el servicio dejado de prestar.

Por tal motivo, Las empresas de telecomunicaciones ha enfocado sus recursos para buscar alternativas de respaldo y suministro de energía con el fin de no depender al 100% de la prestación del servicio de un tercero, dado que su servicio cada vez va en deterioro y las contramedidas actuales de la compañía no son lo suficientemente fuertes para contrarrestar la problemática que se presenta en la entidad externa.

El objetivo de este documento es realizar un estudio de viabilidad para encontrar la mejor alternativa o plan de acción que permita mitigar dicha afectación y aumentar la cantidad de horas de soporte que permita dar un buen servicio a los clientes de la Zona Costa.

Palabras clave: indicador de indisponibilidad, red Híbrido fibra coaxial, métricas v3

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1. SITUACIÓN DEL PROBLEMA

Los avances tecnológicos se han vuelto una parte esencial de nuestras vidas. Esto nos permite aprovechar de manera óptima el recurso del tiempo, a través del acceso oportuno a herramientas como el internet para la realización de actividades cotidianas como pagar servicios, comunicarnos con seres queridos de una manera eficiente y eficaz, entre otras. En otras palabras, nuestra rutina diaria gira en gran medida a la disponibilidad del servicio de telecomunicaciones, debida a que la agitada vida moderna nos exige lograr todo este tipo de actividades.

Las empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, tienen la obligación de mantener la disponibilidad de servicio por las razones antes nombradas. Un pilar fundamental para una buena disponibilidad de servicio es la estabilidad del suministro de energía eléctrica en la red telemática, ya que, si ésta no se mantiene estable, la red telemática tampoco lo será. Por lo que se depende del buen servicio prestado por las empresas comercializadoras y distribuidoras de energía, lo cual en la zona Costa Caribe de Colombia ha sido irregular en los últimos años impactando negativamente a las compañías del sector de las telecomunicaciones en esa zona del país.

En la Costa Norte, Existen empresas de telecomunicaciones que brindan los servicios fijos (telefonía, internet y televisión) y servicios móviles (telefonía celular) a la sociedad colombiana. Los servicios fijos se transmiten mediante una red Híbrido Fibra Coaxial (HFC) y esta red es afectada por la mala prestación de servicio del operador de la infraestructura eléctrica de la Costa, ya que todos los equipos en la infraestructura de comunicaciones requieren de una fuente de energía para su correcta operación y funcionamiento. Los dispositivos de respaldo eléctrico (baterías) que tiene la red HFC no genera suficiente tiempo de disponibilidad del servicio telemático para los largos periodos de tiempo de ausencia de

energía eléctrica y esto trae como consecuencia que los equipos dejen de funcionar impactando y desmejorando los indicadores de indisponibilidad del servicio, generando una deficiente prestación de servicio a los usuarios, aumentando así su percepción de inconformidad hacia la compañía.

Para entender la problemática acerca de la indisponibilidad de las empresas de telecomunicaciones, debemos analizar el entorno externo a estas, el cual genera el problema. Por lo que se realizará un breve análisis de la empresa prestadora del suministro de energía eléctrica en la Zona Costa y el impacto que ocasiona a la organización a nivel de disponibilidad de servicio. En la Zona Costa el suministro de la energía se encuentra monopolizado por la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica ELECRICARIBE la cual hace parte del grupo Gas Natural Fenosa.

A partir de la evaluación y seguimiento permanente que realiza la dirección territorial de la nación a las cinco direcciones territoriales, se identificó que el mayor número de reclamaciones del País ante los súper servicios son contra la empresa ELECTRICARIBE en el año 2015 y 2016. Las reclamaciones ante la SSPD contra ELECTRICARIBE representan el 70 % del total de acciones interpuestas por los usuarios en la dirección territorial norte; a su vez equivale el 26% del consolidado nacional.

En la Ilustración 1 se presenta un comparativo por número de subscriptores, de tres empresas que se aproximan al número de clientes que maneja ELECTRICARIBE.

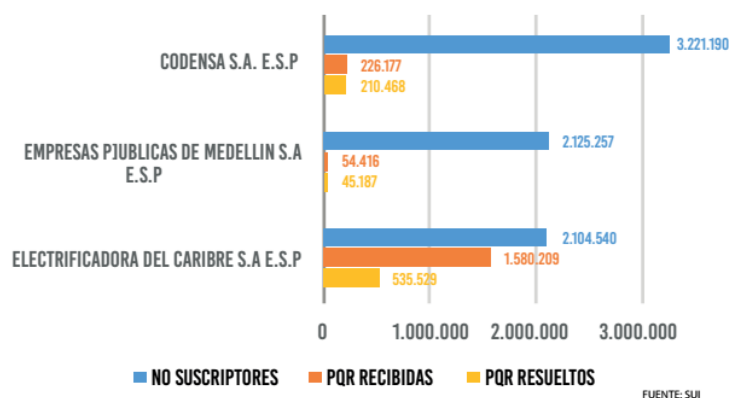


Ilustración 1. Comparativo empresas prestadoras de energía eléctrica en Colombia por suscriptores, cantidad de PQR y la cantidad de soluciones

De la Ilustración 1, se identifica que CODENSA es la empresa que más suscriptores reporta con 3'221.190; seguida de Empresas Públicas de Medellín – EPM con 2.125.257 de suscriptores; Seguida de Electricaribe con 2'104.540 de suscriptores, sin embargo, la cifra más representativa se da en el número de PQR (peticiones, quejas y reclamos) recibidas, donde Electricaribe presenta 1'580.209 de este tipo de solicitudes. Se evidencia que las otras empresas como CODENSA y Empresas Públicas de Medellín – EPM cuentan con un número de suscriptores similares, sin embargo, el número de reclamaciones recibidas y resueltas es significativamente inferior¹.

Electricaribe es la empresa comercializadora de energía con cortes más prolongados de Colombia y la segunda con interrupciones más frecuentes, según lo reveló un informe de calidad de la Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios, Superservicios y que se puede ver su comportamiento en el año 2016 en la Ilustración 2.

De acuerdo con el análisis, la firma que presta el servicio en la Región Caribe registra en promedio 96 horas interrumpidas al año por usuario. Es decir que, cada cliente de Electricaribe sufrió en promedio cuatro días acumulados al año sin el suministro. El promedio nacional está fijado en máximo 38 horas al año, límite en el solo están por debajo once firmas del país. Entre esas, la Compañía de Electricidad de Tuluá, con tres horas de cortes al año por

¹ <https://www.elheraldo.co/local/el-mapa-del-deficiente-servicio-de-energia-en-la-costa-248430>

usuario. En cuanto a la frecuencia de los cortes, Electricaribe es la segunda firma con el peor rendimiento, listado que encabeza Enertolima. Los cortes de ambas empresas representan en promedio para los usuarios, una interrupción cada 3,2 días y cada 4,6 días, respectivamente.

El estudio analiza el comportamiento del servicio de 19 empresas del país, con el propósito de visualizar el panorama actual y la evolución de la prestación en términos de calidad. Lo anterior, desde la perspectiva de los indicadores SADI (System Average Interruption Duration Index ó Tiempo Total Promedio de Interrupción por usuario en un periodo determinado) - que mide duración de las interrupciones en red de media tensión- y SAFI (System Average Interruption Frequency Index o Frecuencia Total Promedio de Interrupción por usuario en un periodo determinado)- que mide la frecuencia de las interrupciones en media tensión-, definidos por el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos².



Ilustración 2. Evaluación SADI y SAFI para el año 2016³

² <https://www.elheraldo.co/barranquilla/electricaribe-la-firma-con-cortes-de-energia-mas-prolongados-del-pais-364375>

³ <https://www.elheraldo.co/barranquilla/electricaribe-la-firma-con-cortes-de-energia-mas-prolongados-del-pais-364375>

Impacto de ausencia de energía eléctrica a Empresas de telecomunicaciones

La red de la mayoría de las empresas de telecomunicaciones en la zona Costa corresponden al tipo de red híbrido fibra coaxial, el cual tiene una gran capacidad para la transmisión de datos y que es la más óptima para dar múltiples servicios en la misma infraestructura de telecomunicaciones. Para dar un contexto del problema hay que saber primero que es una red HFC el cual se explicara brevemente a continuación

La red Híbrido de Fibra-Coaxial o HFC, es un término que define una red de telecomunicaciones que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha. Esta tecnología permite el acceso a Internet utilizando las redes CATV existentes. Se puede dividir la topología en dos partes. La primera consiste en conectar al abonado por medio de cable coaxial a un nodo zonal y posteriormente interconectar los nodos zonales con fibra óptica⁴. Se puede ver este tipo de tecnología en la siguiente la Ilustración 3.

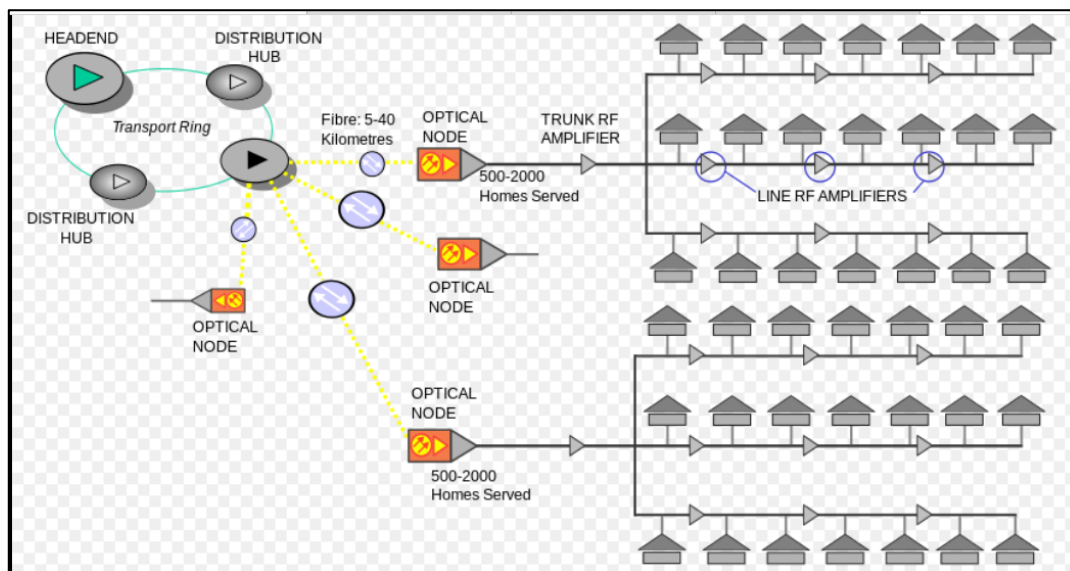


Ilustración 3. Diagrama de una red híbrida fibra coaxial⁵

La red HFC funciona con dos tipos de elementos, los elementos activos y los elementos pasivos. Los cuales se definirán a continuación.

⁴ https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%ADbrido_de_Fibra_Coaxial

⁵ https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%ADbrido_de_Fibra_Coaxial

- Elementos activos, son todos aquellos dispositivos que sirven para amplificar o distribuir la señal y que requieren energía eléctrica para funcionar.
- Elementos pasivos, son todos aquellos dispositivos que sirven para distribuir la señal y que no requieren energía eléctrica para funcionar. Su función principal es la de distribuir señal y a diferencia de los elementos activos, generan pérdidas en potencia de transmisión de señal de telecomunicaciones.

Este tipo de redes requieren una fuente de poder para su funcionamiento como se observa en la Ilustración 4. Las fuentes se encuentran ubicadas en los postes que soportan la infraestructura eléctrica tomada de la red de baja tensión (110VAC) y transforma la energía a 60VAC o 90VAC para así suministrar la energía eléctrica requerida para el funcionamiento de los elementos activos de la red HFC.

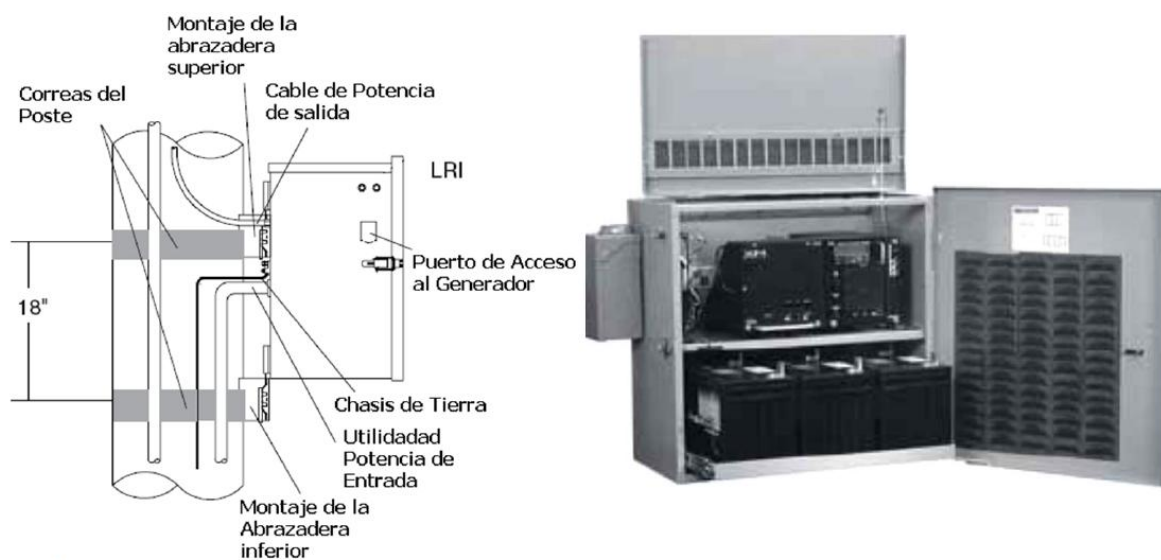


Ilustración 4. Fuente de poder de una red HFC

Las fuentes de poder tienen un sistema de respaldo en caso de una falla por ausencia en el fluido eléctrico, el cual consiste en un banco de baterías que da un respaldo de energía dependiendo de la carga eléctrica que tenga la red HFC definida por la cantidad de elementos

activos que esta contenga (ver Tabla 1). En una red estándar el tiempo de autonomía sería entre 1 a 3,4 horas⁶.

Autonomías Típicas (Minutos) del la XM3 AlphaCell®														
90 VCA @	4A		6A		8A		10A		12A		14A		16A	
Modelo:	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP
3 Baterías:	540	588	358	394	263	295	204	234	165	193	137	164	116	142
6 Baterías:	1144	1264	771	841	574	624	450	491	368	404	308	342	264	295

Tabla 1. Autonomía típica en minutos del banco de baterías por cantidad de carga eléctrica⁷

Teniendo en cuenta esta información y el entorno de la organización en la zona costa ya descrita en los antecedentes y la situación actual de la empresa suministradora de energía eléctrica, se muestra en la Ilustración 5 indisponibilidad en participación en horas de servicio de una empresa de telecomunicaciones en la zona Costa caribe con otras regionales:

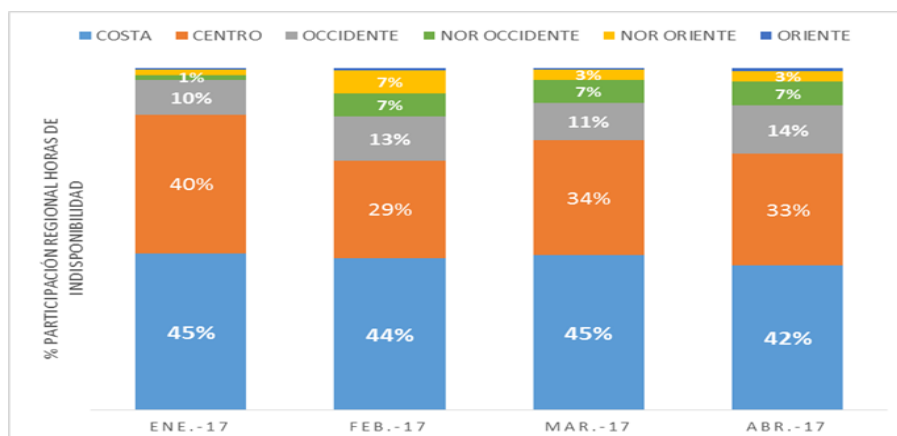


Ilustración 5. Indisponibilidad Costa vs. Otras regionales

PORCENTAJE PART.ACUMULADA HORAS DE INDISPONIBILIDAD	
REGIONAL	Q1 y Abril 2.017
Costa	44%
Centro	34%
Occidente	12%
Nor Occidente	6%
Nor oriente	3%
Oriente	1%
TOTAL	100%

Tabla 2. Indicador de indisponibilidad de todos los servicios fijos de la zona Costa vs otras regionales⁸

⁶ <https://alexalvarez0310.wordpress.com/category/redes-hfc/>

⁷ http://broadband.alpha.com/download/outside_plant_power/alphacell_batteries/gxl/user_guide_sp.pdf

⁸ Base de datos de mantenimiento de red externa, abril 2017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

Se puede apreciar que la regional Costa tiene la mayor cantidad de horas de indisponibilidad acumulada de los servicios fijos (internet, televisión y telefonía fija) del 2017 con una participación del 44% del total nacional (Tabla 2). La principal causa de la indisponibilidad del servicio en la zona costa es por ausencia de energía eléctrica a causa de las interrupciones generadas por la electrificadora con una participación del 39% como se observa en la Ilustración 6 y genera los efectos mostrados de la Ilustración 7.



Ilustración 6. Principales Causas de indisponibilidad

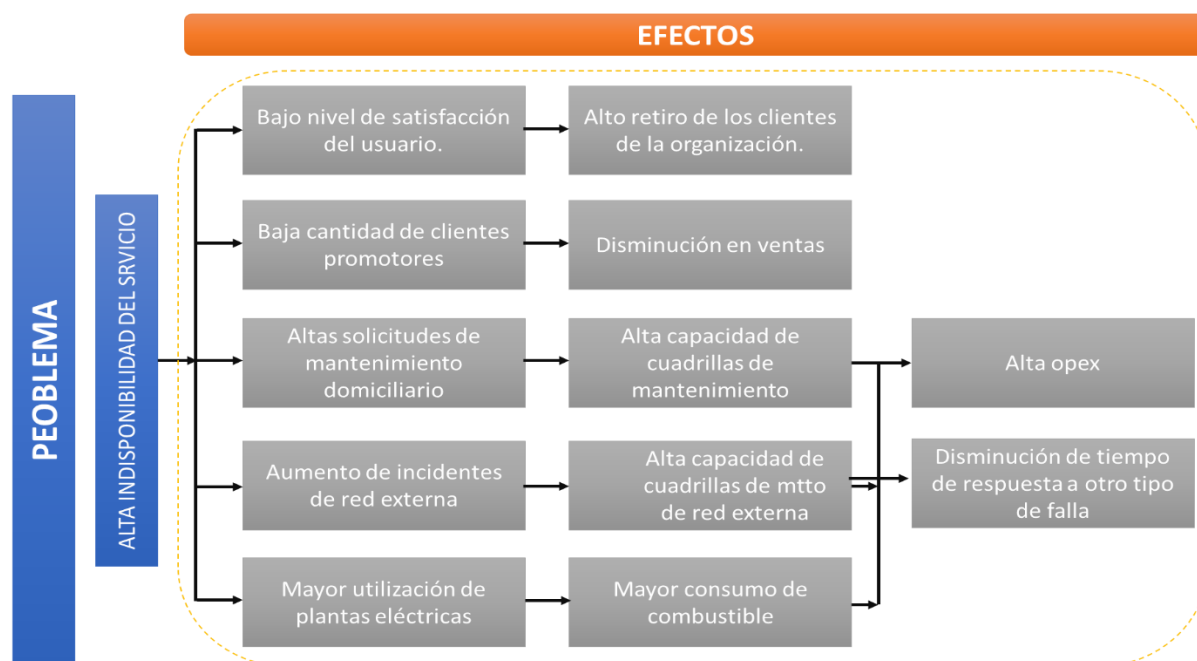


Ilustración 7. Efectos del problema de alta disponibilidad del servicio.

Esto generando los siguientes efectos a la organización:

- Aumento de las marcaciones al callcenter por el motivo de sin señal del servicio de telecomunicaciones y generación de mantenimientos domiciliarios. Se observa que el impacto en el total de marcaciones de la zona Costa por parte de los clientes es de un 61% (marcación por instalación y mantenimiento clientes y marcaciones por sin señal) como se observa en la (Tabla 3). Se puede concluir que los usuarios tienen un bajo nivel de satisfacción debido a la alta participación que tiene los dos grupos de marcaciones donde se encuentra registrado el problema antes mencionado.

Grupo de marcación callcenter	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	% Part
Instalacion y mantenimiento clientes	44%	40%	44%	43%	46%	44%
Soporte	29%	29%	28%	27%	31%	29%
Sin señal	16%	19%	17%	20%	18%	17%
Falla Cliente	6%	6%	7%	7%	1%	7%
Traslados	4%	5%	4%	3%	4%	4%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 3. Participación de marcaciones recibidas por callcenter de servicio en zona Costa ⁹

⁹ Base de marcaciones callcenter de servicio, Abril 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

- Se genera impacto en el total de mantenimientos domiciliarios en un 39% en lo transcurrido del año 2017. Las principales causas en los mantenimientos se encuentran en los CPE (customer premises equipment) (30%) y problemas eléctricos (10%). Debido a la mala calidad del servicio de energía eléctrica en la zona Costa, las fuentes de poder de los equipos de los clientes se dañan y es necesario realizar el cambio correspondiente para lograr reestablecer el servicio. Se ha cambiado las fuentes de poder con una tolerancia más alta a fallos, pero aún persiste el problema.

Grupo de Mtto Domiciliario	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	% Part ACUM.
PROBLEMAS EN CPEs	30%	31%	26%	27%	30%	41%	30%
PROVISIONING	14%	12%	12%	12%	12%	15%	13%
PROBLEMA ELÉCTRICO	9%	9%	10%	10%	13%	5%	10%
PROBLEMA DE CONECTIVIDAD	9%	9%	9%	10%	11%	5%	10%
OTRAS CAUSAS	38%	39%	42%	41%	33%	5%	37%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	70%	100%

Tabla 4. Indicador de mtto domiciliario en zona costa¹⁰

- Existe un bajo nivel de promotores de la zona costa en el segmento fijo el cual disminuyo entre el Q1 del 2016 al Q1 del 2017 un total de 12 puntos porcentuales. Esto quiere decir que del total de encuestados solo el 29% recomendarían la empresa para la prestación del servicio en el segmento residencial. Lo cual es una cifra alarmante ya que el mismo periodo del 2016 se tenía un 41% de recomendación por parte los usuarios generando efectos en las posibles ventas futuras si los usuarios actuales no recomiendan los servicios prestados por la organización. Se observa los NPS (net promotore score) por zona en la Ilustración 8 (MARKETTEAM, 2017).

¹⁰ Base de mantenimiento domiciliario a Mayo 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

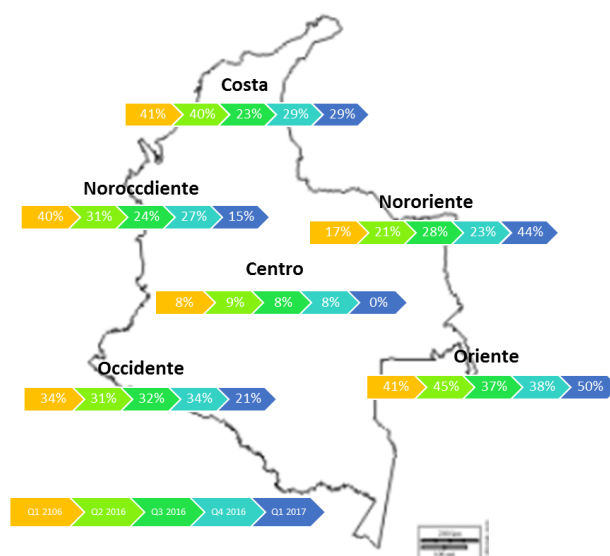


Ilustración 8. Indicador de NPS (Net promotore Score) por regional.¹¹

- La cantidad de incidentes en red externa están relacionados en un 24,5% de los casos con fallas o ausencia de la red eléctrica de suministro en lo transcurrido del año 2017 como se observa en la Tabla 5. La causa de ausencia de fluido eléctrico corresponde a un 8% del total de incidentes pero que generan en indisponibilidad de tiempo el 39% del total de horas de la zona costa. Por lo que se observa un incremento acumulado promedio mensual del 19% entre enero y mayo del 2017.

CANTIDAD DE INCIDENTES EN RED HFC							
CAUSA DE AVISOS	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	total
Ruptura de fibra óptica	16,9%	17,7%	15,2%	13,3%	14,8%	11,8%	15,2%
Acometidas-Falla dispositivo clientes	14,6%	9,1%	13,7%	11,8%	13,1%	6,4%	12,0%
Eléctrica- Falla partes fuentes de poder	9,0%	12,7%	11,4%	13,5%	12,5%	12,1%	11,9%
Eléctrica- Ausencia de Fluido Eléctrico	9,9%	3,8%	5,9%	10,3%	8,3%	13,2%	8,2%
Calibración y balanceo de activos	8,8%	6,7%	9,0%	9,5%	7,9%	5,1%	8,2%
Daño en Pasivos	6,9%	7,3%	4,9%	4,5%	6,2%	10,6%	6,3%
Acometida- Problema conectividad caja reliance	5,1%	5,5%	6,1%	4,8%	4,0%	1,3%	4,8%
Acometida- Falla eléctrica caja reliance	2,5%	5,1%	7,3%	5,7%	2,8%	1,1%	4,4%
Otras (83 causas)	26,2%	32,2%	26,6%	26,6%	30,4%	38,3%	29,1%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
% TOTAL CAUSAS ELÉCTRICAS	21,5%	21,8%	22,6%	38,6%	19,3%	26,4%	24,5%
% AUSENCIA DE FLUIDO ELÉCTRICO	10,0%	3,8%	5,4%	13,5%	6,8%	13,2%	8,2%

Tabla 5. Indicador de incidentes de red externa en zona costa¹²

¹¹Encuesta llamada Calibración CEM 2017, Mayo 2017, Market team No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

¹² Base de avisos SAP de mantenimiento de red externa a Mayo 2.107. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

Estos efectos generan un gran impacto en la organización a nivel de servicio a los clientes, por lo que es necesario generar una solución para mitigar la cantidad de horas de indisponibilidad. Actualmente la forma de mitigación que se ha tratado aparte de la tradicional de las baterías de respaldo que tiene la red HFC es generar reclamaciones a la empresa Electricaribe el cual se traduce en multas por prestación del servicio, pero esta forma de mitigación está relacionada más que todo a una retribución económica mas no a obtener una menor cantidad de horas de indisponibilidad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día la competitividad en los mercados de telecomunicaciones cada vez se torna más agresiva y genera a las empresas prestadoras de estos servicios la necesidad de mantener unos niveles de confiabilidad y disponibilidad adecuados a los clientes. Estos índices se encuentran estandarizados y cuantificados por la Superintendencia de Industria y Comercio, las empresas deben cumplir con los requerimientos de esta entidad para evitar sanciones y/o multas. Adicional de velar por el cumplimiento de estos valores cuantificados, buscan siempre entregar un valor agregado a los usuarios con la finalidad de lograr fidelizarlos asegurando su continuidad y lograr, mediante referencias por buena prestación de servicios, la captación de nuevos mercados y/o consumidores.

La justificación para la realización de este estudio es poder generar una alternativa que permita disminuir la cantidad de horas de indisponibilidad debido a la ausencia de fluido eléctrico en la prestación del servicio con el fin de impactar de una forma positiva y disminuir la cantidad de efectos que pueden apreciar los usuarios por esta causa, generando una mejor satisfacción y recomendación por parte de estos.

1.3. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una alternativa de solución para disminuir el número de horas de indisponibilidad de los servicios prestados en una empresa de telecomunicaciones, causadas de la ausencia de suministro de energía eléctrica, basado en la metodología METRICA Versión 3.0.

1.3.2. Objetivos Específicos

Objetivo
1. Definir el alcance, restricciones y requisitos por medio de la catalogación y sesiones de trabajo de las posibles afectaciones para el condicionamiento del estudio.
2. Estudiar la situación actual por medio de la recopilación de información, sesiones de trabajo y análisis con el fin de generar un diagnóstico del problema.
3. Preseleccionar soluciones por medio de la catalogación para la valoración correspondiente.
4. Valorar las alternativas de solución por medio del análisis costo beneficio y estudio de riesgo para identificar la más viable para su implementación en la organización
5. Seleccionar una solución viable basándose en los resultados del estudio costo/beneficio y análisis de riesgos a través de sesiones de trabajo para su implementación en la organización.

Tabla 6. Objetivos Específicos

1.3.3. Resultado Esperado

Tras el desarrollo del proyecto de investigación, se espera

1. Conocer las debilidades, oportunidades, ventajas y desventajas de las soluciones propuestas para la mitigación de la causa raíz de ausencia de energía eléctrica que impactan la indisponibilidad del servicio de telecomunicaciones.
2. Seleccionar la solución más viable que permita ser implementado a futuro por la gerencia técnica de la organización.

1.4. METODOLOGIA

1.4.1. Etapa 1 Establecimiento de alcance.

Se describe el alcance, los objetivos y se inicia el estudio de requisitos, como la identificación de las restricciones existentes con la jefatura de mantenimiento en conjunto con

las otras áreas impactadas por el problema. Dentro de esta etapa se realiza una descripción general de las necesidades planteadas y se estudian las restricciones de carácter económico, técnico, operativo y legal que pueden afectar a la organización. Se realiza la catalogación y obtención de la base para condicionar el estudio para la planificación y diseño de alternativas de solución.

1.4.2. Etapa 2 Estudio de la situación actual y definición de requisitos.

Se realiza un estudio actual en conjunto con la jefatura de mantenimiento de red externa y la gerencia técnica en donde se analizará la información existente y en donde se identificarán problemas, deficiencias y mejoras. Por medio de sesiones de trabajo, se identifica las directrices técnicas y de gestión y la identificación y catalogación de requisitos. Finalmente se genera un diagnóstico teniendo en cuenta la información recopilada y en base a los requisitos definidos generar posibles soluciones para hacer una preselección.

1.4.3. Etapa 3 Estudio y valoración de las alternativas de solución.

Se preseleccionan y se estudian las alternativas de solución y se realiza una valoración por medio de un estudio de la inversión (costo/beneficio) y un estudio de riesgo de cada una de las alternativas en conjunto con la jefatura de mantenimiento de red externa. Estas serán presentadas a la gerencia técnica para su evaluación.

1.4.4. Etapa 4 Selección de una solución

Se convoca a la jefatura de mantenimiento de red externa y a la gerencia técnica con el fin de presentar los resultados del estudio y valoración de las alternativas de solución. Por medio de una sesión de trabajo se evalúa las ventajas y desventajas de cada una de ellas y se realizan las modificaciones que sugiera dicho Comité, hasta la selección de la solución final.

1.5. DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL

1.5.1. Delimitación Temporal

El estudio de viabilidad objeto de este proyecto, será desarrollado durante el periodo comprendido entre los meses de Julio a diciembre del presente año (2017), y se tomará como referencia y datos de entrada, toda la documentación recopilada durante el año 2016 y el primer semestre del 2017.

1.5.2. Delimitación Geográfica

Actualmente las empresas de telecomunicaciones cuentan con red HFC en la Regional Costa, este estudio de viabilidad se centrará en la zona Barranquilla la cual es la que presenta la mayor concentración de nodos y clientes para la compañía en esta región con una cantidad de 533 nodos y 260.130 Home Pass los cuales corresponden a 85.875 Hogares¹³

¹³ Base de hogares de cobertura a Mayo 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO CONCEPTUAL

Disponibilidad: es la medida que indica cuánto tiempo está disponible ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante la que se hubiese deseado que funcionase. La disponibilidad propiamente dicha es el cociente entre el tiempo disponible y el tiempo total de parada. Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas de mantenimiento programado y el tiempo por parada no programada. Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Las horas de parada por mantenimiento que deben computarse son tanto las horas debidas a paradas originadas por mantenimiento programado como el no programado.¹⁴

Confiabilidad: se puede definir como la probabilidad en que un producto realizará su función prevista sin incidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones indicadas. La calidad del servicio se evalúa sobre la base de la frecuencia y la duración de las interrupciones a los clientes. Las interrupciones que se cuentan son aquellas cuya duración sea superior a tres minutos, quedando excluidas las que presenten una duración inferior o igual a ese lapso. Los indicadores a controlar serán los siguientes:¹⁵

SAIFI = Frecuencia media de interrupciones por cliente, por año.

SAIDI = Tiempo total promedio de interrupción por cliente, por año.

CAIDI = Duración promedio de cada interrupción = SAIDI / SAIFI

ASAI = Disponibilidad promedio del sistema = 1 - (SAIDI / 8760)

¹⁴ Definición de los autores del presente documento.

¹⁵ <http://www.asep.gob.pa/electric/Anexos/Estadisticas/calidad07.pdf>

Fibra óptica: conjunto de numerosos hilos transparentes, normalmente hechos de vidrio o de plástico, estos hilos son claros receptores de luz y que a través suyo pueden entonces viajar una gran cantidad de datos e información a una alta velocidad que son mantenidos dentro del hilo.

Hybrid Fiber Coaxial (HFC), Híbrido de Fibra-Coaxial: en telecomunicaciones, es un término que define una red de fibra óptica que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha.¹⁶

Estaciones base (BTS): Es una infraestructura física, dentro de una zona específica, la cual tiene como función garantizar un punto de acceso a una red inalámbrica de uno o varios dispositivos móviles o teléfonos celulares dentro de su rango de cobertura; esta sirve para que dos equipos móviles se comuniquen entre sí.¹⁷

Red de baja tensión: es la parte final del sistema de suministro de energía eléctrica cuya función es el suministro de energía desde los transformadores hasta los usuarios finales (medidor del cliente)¹⁸. Ver Ilustración 9

Red de media tensión: es el término utilizado para referirse a instalaciones eléctricas con tensiones superiores a 1 kilovoltios (kV) y menores de 36 kV.¹⁹. Ver Ilustración 9.

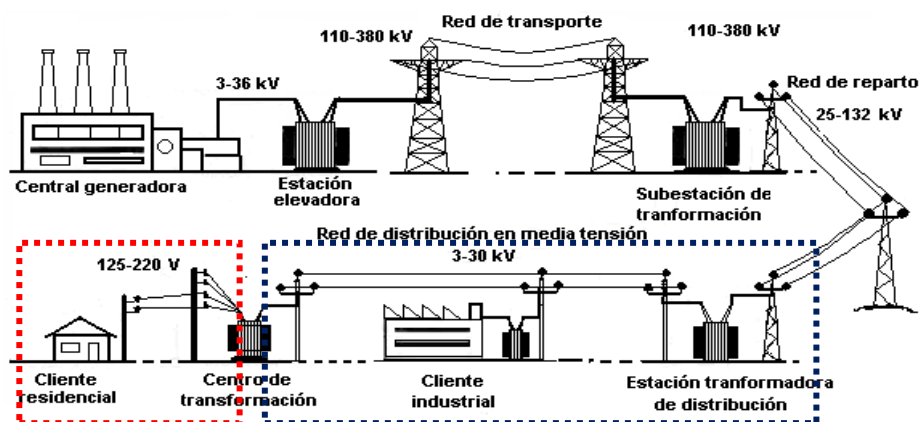


Ilustración 9. Esquema de red Eléctrica

¹⁶ <https://www.definicionabc.com/tecnologia/fibra-optica.php>

¹⁷ Definición de los autores del presente documento.

¹⁸ https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_distribuci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica

¹⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Media_tensi%C3%B3n_el%C3%A9ctrica

Cuadrilla: Conjunto organizado de personas que realizan un trabajo o llevan a cabo una actividad determinada.²⁰

Fuente de poder: se describirse como un equipo eléctrico que logra transmitir corriente eléctrica por la generación de una diferencia de potencial entre sus bornes. Las fuentes de alimentación tienen como propósito de transformar la tensión alterna de la red industrial en una tensión casi continua la cual es utilizada por la mayoría de los equipos electrónicos. Para lograrlo, aprovecha las utilidades de un rectificador, de fusibles y de otros elementos que hacen posible la recepción de la electricidad y permiten regularla, filtrarla y adaptarla a los requerimientos específicos²¹.

Nodo: Es una infraestructura física o un equipo instalado en la calle, el cual tiene como función garantizar un punto de acceso a una red cableada de uno o varios equipos dentro de su rango de cobertura; esta sirve para dar acceso a los servicios de telefonía, internet y televisión de los usuarios residenciales²².

Home Pass (HHPP): es el valor cuantitativo para definir la cantidad de casas que se encuentran conectados en la cobertura que puede poseer de un nodo de una red HFC²³.

2.2. MARCO TEÓRICO

Para proponer las alternativas de solución, se dará inicio a la metodología de METRICA Versión 3.0. Esta metodología fue diseñada por el PAE (Portal de administración electrónica) el cual recoge legislación relativa a administración electrónica para el ámbito de la administración general del estado, de las comunidades autónomas y de la unión europea. Por lo que esta metodología es una aplicación general en el ámbito de la administración electrónica²⁴.

²⁰ Definición de los autores del presente documento.

²¹ <https://definicion.de/fuente-de-poder/>

²² Definición de los autores del presente documento.

²³ Definición de los autores del presente documento.

²⁴ https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV

2.2.1. Metodología Métrica V 3.0

La metodología de METRICA versión 3 ofrece a las organizaciones un instrumento útil para la sistematización de actividades que dan soporte al ciclo de vida de un proyecto dentro del marco que permita alcanzar los siguientes objetivos.

- Dotar a la organización de proyectos que satisfagan la necesidad de los usuarios dando una mayor importancia al análisis de los requisitos.
- Facilitar la comunicación y entendimiento entre los distintos participantes en la producción a lo largo del ciclo de vida del proyecto, teniendo en cuenta su papel y responsabilidad, así como las necesidades de todos y cada uno de ellos.
- Facilitar la operación y mantenimiento y uso de los productos obtenidos.

Este método en lo que corresponde a estándares, se ha tenido en cuenta como referencia al modelo de ciclo de vida de desarrollo propuesto en la norma ISO 12.207. Siguiendo este modelo se ha elaborado la estructura de METRICA Versión 3 en la que se distinguen procesos principales (planificación, desarrollo y mantenimiento) e interfaces (gestión de proyectos, aseguramiento de calidad y seguridad) cuyo objetivo es dar soporte al proyecto en aspectos organizativos²⁵.

La metodología descompone cada uno de los procesos en actividades, y esta a su vez en tareas. Para cada tarea se describe su contenido haciendo referencia a sus principales acciones, productos, técnicas, prácticas y participantes.

Así los procesos de la estructura principal de METRICA Versión 3.0 son los siguientes

- Planificación de sistemas de información
- Desarrollo de sistemas de información
- Mantenimiento de sistemas de información.

²⁵https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV

Se tomó para nuestro estudio el macro proceso “Desarrollo de sistemas de información” el cual contiene 5 sub procesos los cuales se nombrarán a continuación

- Estudio de viabilidad del sistema
- Análisis del sistema de información
- Diseño del sistema de información
- Construcción del sistema de información
- Implantación y aceptación del sistema.

Para nuestros objetivos se implementará el sub proceso “estudio de la viabilidad del sistema”. El propósito de este proceso es analizar un conjunto concreto de necesidades, con la idea de proponer una solución a corto plazo. Los criterios que se hace esta propuesta no serán estratégicos sino tácticos y relacionados con aspectos económicos, técnicos, legales y operativos²⁶.

2.2.1.1. Estudio de viabilidad del sistema (EVS)

Los resultados del estudio de viabilidad del sistema constituirán la base para tomar la decisión de seguir adelante o abandonar. Si se decide seguir adelante pueden surgir uno o varios proyectos que afecten a uno o varios sistemas. Dichos sistemas se desarrollarán según el resultado obtenido en el estudio de viabilidad y teniendo en cuenta la cartera de proyectos para la estrategia de implementación del sistema global.

Se ha considerado que este proceso es obligatorio en la metodología, aunque el nivel de profundidad con el que se lleve a cabo dependerá de cada caso. La conveniencia del estudio de la situación actual depende del valor añadido previsto para la especificación de requisitos y para el planteamiento de las alternativas de solución. En las alternativas se consideran soluciones “a medida”, soluciones basadas en adquisición de productos o soluciones mixtas.

²⁶https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV

Para valorar las alternativas planteadas y determinar una única solución, se estudiará el impacto en la organización de cada una de ellas, la inversión y los riesgos asociados.

El resultado final de este proceso son los productos relacionados con la solución que se propone para cubrir la necesidad concreta que se planteó en el proceso, y que depende si la solución conlleva desarrollo a medida o no²⁷.

Las actividades que engloban este proceso se pueden observar en la Ilustración 10:

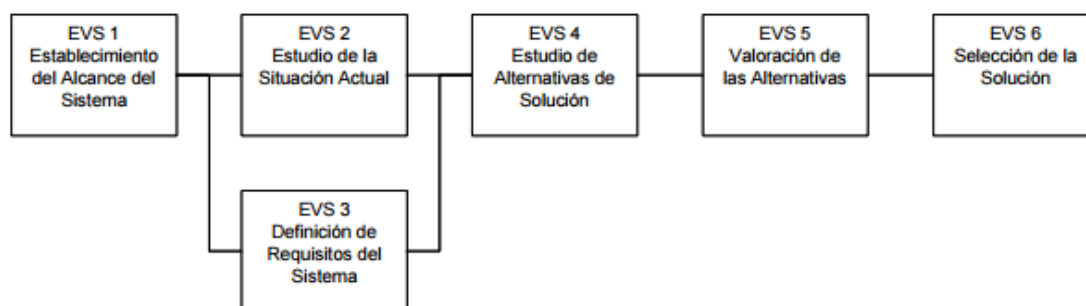


Ilustración 10. Diagrama de metodología de estudio de viabilidad de sistema

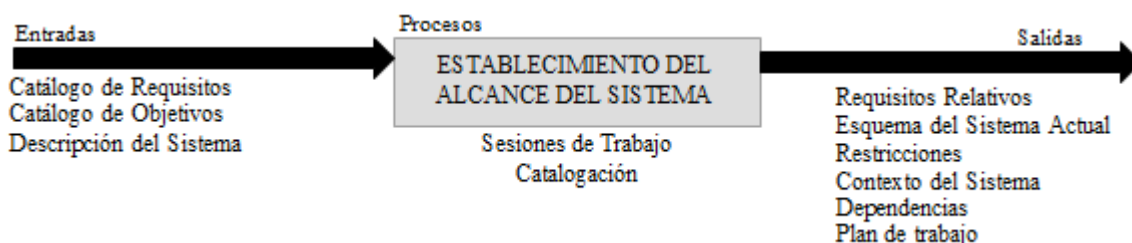
Se realizará una descripción breve de cada una de las actividades que conforman el estudio a continuación.

2.2.1.2. Etapas de estudio de viabilidad del sistema

2.2.1.2.1. Establecimiento del alcance del sistema

En esta actividad se estudia el alcance de la necesidad planteada por el cliente o usuario, realizando una descripción general de la misma. Se determinan los objetivos, se inicia el estudio de los requisitos y se identifican las unidades organizativas afectadas estableciendo su estructura. Se analizan las posibles restricciones, tanto generales como específicas, que puedan condicionar el estudio y la planificación de las alternativas de solución que se propongan¹¹. Se puede observar las actividades de esta etapa en la Tabla 7.

²⁷https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV



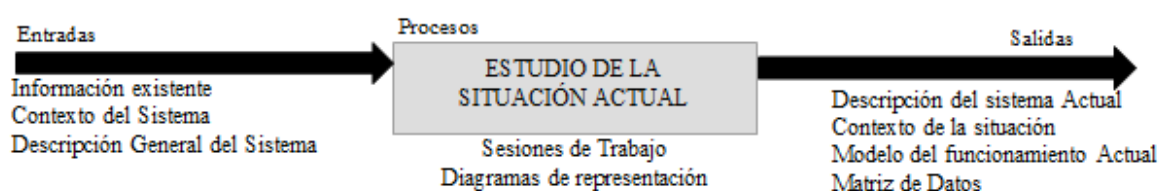
ACTIVIDAD EVS1 Establecimiento del alcance del sistema			
Tarea		Descripción	Técnicas y practicas
EVS 1.1	Estudio de la solicitud	Se realiza una descripción general de la necesidad planteada por el usuario, y se estudian las posibles restricciones de carácter económico, técnico, operativo y legal que puedan afectar al sistema	1.Catalogación 2.Sesiones de trabajo
EVS 1.2	Identificación del alcance del sistema	Se analiza el alcance de la necesidad planteada y se identifican las restricciones relativas a la sincronización con otros proyectos, que puedan interferir en la planificación y futura puesta a punto del sistema objeto del estudio.	1. Diagrama de Flujo de Datos. 2.Diagrama de descomposición Funcional 3. Catalogación. 4. Sesiones de trabajo.
EVS 1.3	Especificaciones del alcance del EVS	En función del alcance del sistema y los objetivos del estudio de viabilidad del Sistema, se determinan las actividades y tareas a realizar. En particular, hay que decidir si se realiza o no el estudio de la situación actual y, en el caso de considerarlo necesario, con qué objetivo.	1.Catalogación 2.Sesiones de trabajo

Tabla 7. Actividades de establecimiento del alcance del sistema

2.2.1.2.2. Estudio de la situación actual

La situación actual es el estado en el que se encuentran los sistemas existentes en el momento en el que se inicia su estudio. Teniendo en cuenta el objetivo del estudio de la situación actual, se realiza una valoración de la información existente acerca de los sistemas de información afectados. Como resultado de esta actividad se genera un diagnóstico, estimando

la eficiencia de los sistemas de información existentes e identificando los posibles problemas y las mejoras²⁸. Se puede observar las actividades de esta etapa en la Tabla 8.



ACTIVIDAD EVS2 Estudio de la situación actual.			
Tarea		Descripción	Técnicas y practicas
EVS 2.1	Valoración del Estudio de la Situación Actual	En función de los objetivos establecidos para el estudio de la situación actual, y considerando el contexto del sistema especificado en la descripción general del mismo, se identifican los sistemas de información existentes que es necesario analizar con el fin de determinar el alcance del sistema actual	1.Diagrama de Flujo de Datos 2.Diagrama de Representación 3.Sesiones de Trabajo
EVS 2.2	Identificación de los Usuarios Participantes en el Estudio de la Situación Actual	En función del nivel de detalle establecido para el estudio de la situación actual, se identifican los usuarios participantes de cada una de las unidades organizativas afectadas por dicho estudio.	1.Catalogacion 2.Sesiones de trabajos
EVS 2.3	Descripción de los sistemas de información existentes	se describen los sistemas de información existentes afectados, según el alcance y nivel de detalle establecido en la tarea Valoración del estudio de la Situación Actual (EVS 2.1), mediante sesiones de trabajo con Los usuarios designados para este estudio.	1.Modelo Entidad /Relación Extendido 2.Diagrama de Flujo de Datos 3.Diagrama de Clases 4.Diagrama de Interacción de Objetos 5.Matricial 6. Diagrama de Representación 7.Sesiones de Trabajo
EVS 2.4	Realización del Diagnóstico de la Situación Actual	En el diagnóstico de la situación actual se analiza la información de los sistemas de información existentes, obtenida en la tarea anterior y	

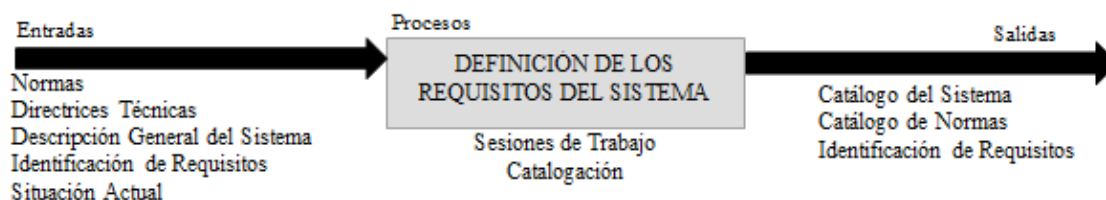
²⁸https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV

		se identifican problemas, deficiencias y mejoras. Estas últimas deben tenerse en cuenta en la definición de los requisitos.	
--	--	---	--

Tabla 8. Actividades de estudio de situación actual

2.2.1.2.3. Definición de requisitos.

Esta actividad incluye la determinación de los requisitos generales, mediante una serie de sesiones de trabajo con los usuarios participantes, que hay que planificar y realizar. Una vez finalizadas, se analiza la información obtenida definiendo los requisitos y sus prioridades, que se añaden al catálogo de requisitos que servirá para el estudio y valoración de las distintas alternativas de solución que se propongan²⁹. Se puede observar las actividades de esta etapa en la Tabla 9.



ACTIVIDAD EVS3 Definición de requisitos del sistema.			
	Tarea	Descripción	Técnicas y prácticas
EVS 3.1	Identificación de las Directrices Técnicas y de Gestión	La realización de esta tarea permite considerar los términos de referencia para el sistema en estudio desde el punto de vista de directrices tanto técnicas como de gestión.	Catalogación
EVS 3.2	Identificación de Requisitos	Para la obtención de las necesidades que ha de cubrir el sistema en estudio, se debe decidir qué tipo de sesiones de trabajo se realizarán y con qué frecuencia tendrán lugar, en función de la disponibilidad de los usuarios participantes	Sesiones de trabajo.
EVS 3.3	Catalogación de Requisitos	En función del alcance del sistema y los objetivos del	Catalogación

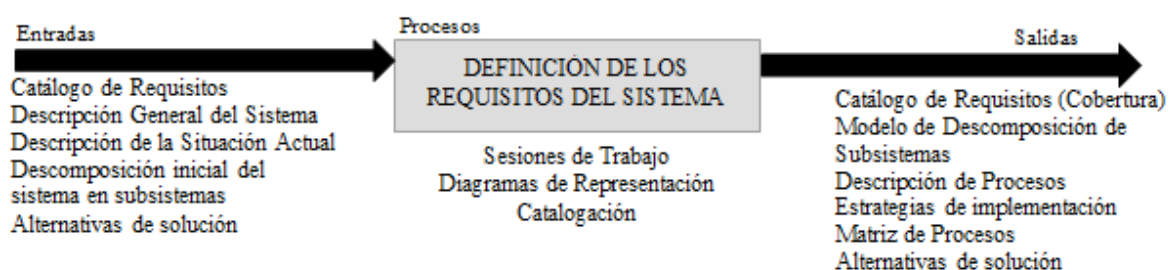
²⁹ https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV

		Estudio de Viabilidad del Sistema, se determinan las actividades y tareas a realizar. En particular, hay que decidir si se realiza o no el estudio de la situación actual y, en el caso de considerarlo necesario, con qué objetivo	
--	--	---	--

Tabla 9. Actividades para la definición de requisitos del sistema

2.2.1.2.4. Estudio de alternativas de solución

Este estudio se centra en proponer diversas alternativas que respondan satisfactoriamente a los requisitos planteados, considerando también los resultados obtenidos en el Estudio de la Situación Actual (EVS 2), en el caso de que se haya realizado. Se puede observar las actividades de esta etapa en la Tabla 10.



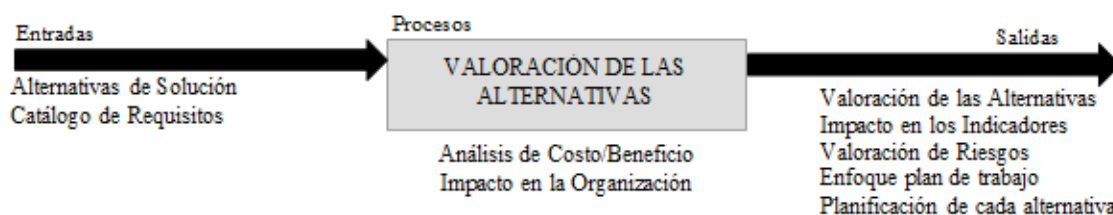
ACTIVIDAD EVS4 Estudio de alternativa de solución			
	Tarea	Descripción	Técnicas y prácticas
EVS 4.1	Preselección de alternativas de solución	Una vez definidos los requisitos a cubrir por el sistema, se estudian las diferentes opciones que hay para configurar la solución. Entre ellas, hay que considerar la adquisición de productos estándar del mercado, desarrollos a medida o soluciones mixtas.	Catalogación
EVS 4.2	Descripción de las alternativas de solución	Para cada alternativa propuesta, se identifican los subsistemas que cubre y los requisitos a los que se da respuesta	1.Matricial 2.Modelo Entidad/Relación Extendido 3.Diagrama de Flujo de Datos 4.Casos de Uso 5.Diagrama de Clases 6.Catalogación

			7.Diagrama de Representación
--	--	--	------------------------------

Tabla 10. Actividades de estudio de alternativa solución.

2.2.1.2.5. Valoración de las alternativas

Una vez descritas las alternativas se realiza una valoración de las mismas, considerando el impacto en la organización, tanto desde el punto de vista tecnológico y organizativo como de operación, y los posibles beneficios que se esperan contrastados con los costes asociados. Se realiza también un análisis de los riesgos, decidiendo cómo enfocar el plan de acción para minimizar los mismos y cuantificando los recursos y plazos precisos para planificar cada alternativa³⁰. Se puede observar las actividades de esta etapa en la Tabla 11.



ACTIVIDAD EVS5 Valoración de las alternativas			
Tarea		Descripción	Técnicas y practicas
EVS 5.1	Estudio de la Inversión	Una vez definidos los requisitos a cubrir por el sistema, se estudian las diferentes opciones que hay para configurar la solución. Entre ellas, hay que considerar la adquisición de productos software estándar del mercado, desarrollos a medida o soluciones mixtas.	Análisis Coste / Beneficio
EVS 5.2	Estudio de los riesgos	Para cada alternativa propuesta, se identifican los subsistemas que cubre y los requisitos a los que se da respuesta	Impacto en la Organización
EVS 5.3	Planificación de Alternativas	Para cada alternativa se seleccionan los factores de situación que habrá que considerar, relativos tanto a la incertidumbre como a la	Planificación

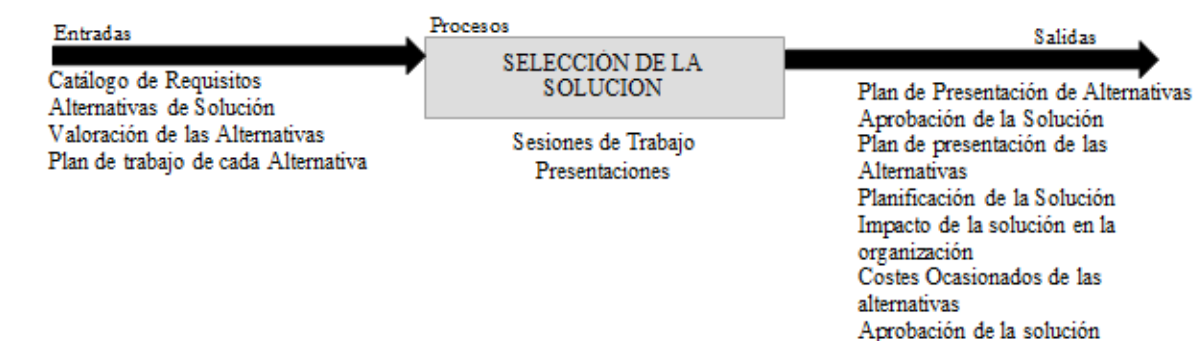
³⁰https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV

		complejidad del sistema. Se identifican y valoran los riesgos asociados y se determinan las medidas a tomar para minimizarlos	
--	--	---	--

Tabla 11. Actividades de valoración de alternativas

2.2.1.2.6. Selección de la solución

Antes de finalizar el Estudio de Viabilidad del Sistema, se convoca al Comité de Dirección para la presentación de las distintas alternativas de solución, resultantes de la actividad anterior. En dicha presentación, se debaten las ventajas de cada una de ellas, incorporando las modificaciones que se consideren oportunas, con el fin de seleccionar la más adecuada. Finalmente, se aprueba la solución o se determina su inviabilidad³¹. Se puede observar las actividades de esta etapa en la Tabla 12.



ACTIVIDAD EVS6 Selección de la solución.			
	Tarea	Descripción	Técnicas y prácticas
EVS 6.1	Convocatoria de presentación	Se efectúa la convocatoria de la presentación de las distintas alternativas propuestas, adjuntando los productos de la actividad anterior con el fin de que el Comité de Dirección pueda estudiar previamente su contenido	Presentación
EVS 6.2	Evaluación de alternativas de selección	Confirmación de qué alternativas van a ser presentadas para su valoración, se efectúa su presentación al Comité de Dirección,	1. Presentación 2. Sesiones de trabajo

³¹https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPiV

		debatiendo sobre las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas y realizando las modificaciones que sugiera dicho Comité, hasta la selección de la solución final	
EVS 6.3	Aprobación de la solución	El Comité de Dirección da su aprobación formal o determina la inviabilidad del sistema, por motivos económicos, de funcionalidad como resultado del incumplimiento de los requisitos identificados en plazos razonables o de cobertura de los mismos, etc.	

Tabla 12. Actividades para la selección de solución

La metodología métrica V3.0, tiene ventajas con respecto a un estudio de viabilidad convencional. Como es de conocimiento no existe una metodología exacta para hacer un estudio de viabilidad, actualmente La metodología más común consiste en realizar los siguientes estudios

- Definición de la actividad a realizar
- Estudio de mercado
- Plan operativo
- Plan de marketing
- Análisis rentabilidad financiera y económica
- Estudio económico financiero y aspectos legales.

Al realizar la comparación de ambas metodologías y ver si es aplicable al problema planteado, se realiza la siguiente comparación como se puede apreciar en la Tabla 13:

ITEMS	Metodología METRICAS V3.0 (Estudio de viabilidad)	PLAN O ESTUDIO DE VIABILIDAD STANDAR	METODOLOGÍA APLICABLE AL PROYECTO	OBSERVACIÓN
DEFINICIÓN	analizar un conjunto concreto de necesidades, con la idea de proponer una solución a corto plazo. Los criterios que se hace esta propuesta no serán estratégicos sino tácticos y relacionados con aspectos económicos, técnicos, legales y operativos	Documento en el que se va a reflejar el contenido del proyecto empresarial que se pretende poner en marcha y que abarca desde la definición de la idea a desarrollar hasta la forma concreta de llevarla a la práctica	AMBAS	Ambas metodologías en términos de definición aplican para el proyecto.
ETAPAS DE LA METODOLOGÍA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecimiento del alcance del sistema 2. Estudio de la situación actual 3. Definición de requisitos del sistema 4. Estudio de alternativa de solución 5. Valoración de las alternativas (Análisis Coste / Beneficio Y Análisis de riesgos). 6. Selección de la solución. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de la actividad a realizar 2. Estudio de mercado (No aplica) 3. Plan operativo (recursos humanos y técnicos) 4. Plan de marketing (No aplica) 5. Análisis rentabilidad financiera y económica 6. Estudio económico financiero y aspectos legales. 	Viabilidad Métricas V3.0	Se encuentra enfocado a: •Requisitos establecidos •Valoración de alternativas de solución a una situación actual. •Análisis de riesgos No aplica: •Estudio de mercado •Plan de marketing
PROPÓSITO:	<ul style="list-style-type: none"> • Administración electrónica • Proyectos que satisfagan la necesidad de los usuarios dando una mayor importancia al análisis de los requisitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio de un plan de negocios • Creación de nuevos productos • Rendimiento o ganancia económica de una iniciativa empresarial. 	Viabilidad Métricas V3.0	Análisis de requisitos y necesidad a los usuarios.
EMPRESA OBJETIVO	Empresas de tecnología, telecomunicaciones y Software	Todo tipo de empresas/ Todo tipo de proyectos	Viabilidad Métricas V3.0	Empresa de telecomunicaciones

Tabla 13. METRICAS V3.0 Vs. Estudio de viabilidad estándar³²

La definición de un estudio de viabilidad convencional corresponde a un documento en el que se va a reflejar el contenido del proyecto empresarial que se pretende poner en marcha y que abarca desde la definición de la idea a desarrollar hasta la forma concreta de llevarla a la práctica, al comparar esta definición con la correspondiente al de métricas V3.0, que es analizar un conjunto concreto de necesidades, con la idea de proponer una solución a corto plazo. Se puede validar que ambas definiciones aplican para el proyecto en curso ya que el objetivo de ambas es llegar a desarrollar una idea y llevarla a la práctica.

Con respecto a las etapas de ambas metodologías, se puede observar que para el proyecto correspondiente no aplica el estudio de mercado y plan de marketing de un estudio de viabilidad convencional. La idea no es impulsar un nuevo producto, sino buscar una solución al problema planteado, que sí está cubierto en las etapas de: requisitos establecidos, valoración de alternativas de solución y análisis de riesgo de la situación actual de la metodología métricas V3.0.

Ambas metodologías tienen propósitos diferentes, el estudio de viabilidad convencional está enfocado a inicios de plan de negocios, creación de nuevos productos o generación de

³² Los autores

rendimiento y ganancias económicas de una iniciativa empresarial para todo tipo de compañías o proyectos. La metodología métrica V3.0, tiene como propósito la administración electrónica y generación de proyectos que satisfagan la necesidad de los usuarios dando una mayor importancia a los requisitos, tanto para empresas de tecnología como para empresas de telecomunicaciones y software. Por lo que esta última está más enfocada a la problemática planteada para así encontrar una solución viable al proyecto en comparación con la metodología convencional.

Se concluye que la razón principal la cual estos pasos metodológicos se encuentran dentro de los procedimientos y estándares de la organización de las empresas de telecomunicaciones, es debido a que esta metodología está orientada hacia problemáticas definidas por los clientes internos; donde estos, establecen limitaciones económicas, técnicas, legales y operativos y a su vez definen requisitos, ayudando a desarrollar soluciones viables y a medida.

La metodología Métricas V3.0 está enfocada hacia empresas de tecnología, software y telecomunicaciones. En donde los pasos metodológicos tienen actividades bien definidas para proyectos relacionados con este tipo de empresas, el cual facilita la búsqueda de una solución óptima para una problemática en comparación con los planes de viabilidad estándar. Para valorar las alternativas planteadas, la metodología tiene en cuenta los riesgos asociados para determinar una única solución, lo cual representa una gran ventaja con respecto al plan de viabilidad estándar.

2.3. MARCO LEGAL

En la siguiente parte del documento, se enuncian los artículos y normas que aplican en la regulación del servicio de telecomunicaciones en Colombia. El objetivo de estos es garantizar la prestación del servicio conforme a unos principios y fines definidos y normas

que regulan el uso del espectro electromagnético en el que se soportan la transmisión del servicio con criterios de calidad y eficiencia

- **Resolución 3066 Del 2011 – Artículo 3. Principio de calidad.**

Los proveedores de servicios de comunicaciones deben prestar los servicios en forma continua y eficiente, cumpliendo con los niveles de calidad establecidos en la regulación de la Comisión de Regulación de Comunicaciones, incluyendo las normas relativas a la calidad en la atención a los usuarios y, en todo caso, atendiendo a los principios de trato igual y no discriminatorio, en condiciones similares, en relación con el acceso, la calidad y el costo de los servicios³³.

- **Resolución 3066 Del 2011 – Artículo 10. Derechos Y Obligaciones
Generales De Los Usuarios**

Derechos y obligaciones de los usuarios de los servicios de comunicaciones. El presente artículo contiene a manera de resumen y en forma general, los principales derechos y obligaciones de los usuarios, los cuales se desarrollan de manera detallada a lo largo de la presente resolución. 10.1. Son derechos del usuario de los servicios de comunicaciones, los siguientes:

Ser compensado cuando se presente y verifique la falta de disponibilidad de los servicios contratados, de acuerdo con lo dispuesto en la presente resolución, particularmente en su Anexo I³⁴.

- **Resolución 3066 Del 2011 –Artículo 13. Contenido del contrato**

Los contratos de prestación de los servicios de comunicaciones deben contener, sin perjuicio de las condiciones expresamente señaladas en el régimen jurídico de cada servicio, las siguientes:

³³ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

³⁴ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

r. Procedimiento de compensación por falta de disponibilidad del servicio³⁵.

- **Resolución 3066 Del 2011 –Artículo 32. Ejecución del contrato empaquetamiento de servicios**

En relación con la prestación de servicios de comunicaciones en forma empaquetada, los proveedores de dichos servicios deben cumplir las siguientes reglas:

a. En caso de presentarse falta en la disponibilidad de los servicios, bien sea en alguno o varios servicios del paquete de servicios contratado, el usuario tendrá derecho a recibir la compensación a que haya lugar de conformidad con lo dispuesto en el artículo 33 de la presente resolución, o a dar por terminado el contrato³⁶.

- **Resolución 3066 Del 2011 –Artículo 33. Ejecución del contrato compensación por falta de disponibilidad de los servicios**

El incumplimiento de las condiciones de continuidad a las que está sujeta la prestación de servicios de comunicaciones, por causas imputables al proveedor, da derecho al usuario que celebró el contrato a recibir una compensación por el tiempo en que el servicio no estuvo disponible o a terminar el contrato, sin lugar, en este último caso, al pago de sumas asociadas a la cláusula de permanencia mínima. Lo anterior, a excepción de los eventos previstos en el artículo 34 de la presente resolución. La determinación de la compensación y el valor de ésta, se realizará de acuerdo con la metodología descrita en el Anexo I de la presente resolución (comunicaciones, 2011)³⁷.

a. Condiciones para la determinación de la compensación

Los proveedores de servicios de comunicaciones que reciban quejas relacionadas con la falta disponibilidad de los servicios, independientemente de si el usuario solicitó o no compensación por falta de disponibilidad del servicio, deberán determinar si hay lugar o no a

³⁵ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

³⁶ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

³⁷ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

la compensación de que trata el artículo 33 de la presente resolución, teniendo en cuenta para ello si la falta de disponibilidad del servicio se presentó por causas imputables al proveedor, entre las cuales, independientemente de la modalidad de pago del usuario, se consideran las siguientes:

i. Desconexión del servicio sin justa causa, por parte del proveedor, que no permita al usuario hacer uso del servicio por un tiempo superior a siete (7) horas continuas interrumpidas dentro de un mismo periodo de facturación (comunicaciones, 2011).

ii. Bloqueo sin justa causa, por parte del proveedor, de la posibilidad de realizar llamadas por un tiempo superior a siete (7) horas continuas o interrumpidas dentro de un mismo periodo de facturación (comunicaciones, 2011).

iii. Falta de disponibilidad del servicio por fallas técnicas, en las que restablecimiento del servicio haya sido superior a cuarenta y ocho (48) horas luego de detectarse la interrupción. Se exceptúan los eventos de fuerza mayor y caso fortuito (comunicaciones, 2011).

iv. Falta de disponibilidad del servicio con ocasión de fallas presentadas en el equipo terminal que haya sido suministrado por el proveedor, y que no le permitan al usuario hacer uso del servicio. La compensación se reconocerá sin perjuicio de las condiciones de garantía pactadas sobre el equipo terminal y sólo sobre aquellos equipos terminales sobre los cuales haya lugar al reconocimiento de la garantía por parte del proveedor (comunicaciones, 2011).

v. Las demás causales previstas de manera expresa en los artículos 32, 94 y 95 de la presente resolución (comunicaciones, 2011).

El tiempo de duración de la falta de disponibilidad del servicio se contabilizará a partir del momento en que el usuario informa al proveedor sobre ésta hasta el momento en que se restablece el servicio. En la respuesta a la queja el proveedor deberá informar al usuario, si hay lugar o no a la compensación. En caso en que la queja sea resuelta en sentido favorable al usuario, el proveedor deberá precisar el valor de la compensación y la manera en que ésta le

ser entregada al usuario. El proveedor deberá informar al usuario sobre la alternativa que éste tiene de optar por la compensación o dar por terminado el contrato, en este último caso, sin que por ello haya lugar al pago de las sumas asociadas a una cláusula de permanencia mínima, cuando se hubiese pactado dicha cláusula (comunicaciones, 2011).

El proveedor deberá realizar la compensación al usuario dentro del siguiente periodo facturación para los usuarios bajo la modalidad de post-pago y treinta (30) días calendarios para los usuarios bajo la modalidad de prepago, contados a partir de la notificación de la respuesta a la queja del usuario (comunicaciones, 2011)³⁸.

b. Determinación del valor de la compensación

Con el cabal cumplimiento de los términos y condiciones por los cuales se rige el trámite Peticiones, Quejas y Recursos previsto por la presente resolución, una vez el proveedor constata que la falta de disponibilidad del servicio que manifiesta el usuario en su queja, ocasionada por causas imputables al proveedor, este último deberá proceder a la compensación por falta de disponibilidad del servicio, teniendo en cuenta para ello las siguientes reglas:

i. Cuando la prestación del servicio afectado esté sujeta a un plan bajo la modalidad post-pago, la compensación debe efectuarse, a través del descuento del doble del dinero, que resulte de dividir el valor promedio del servicio de los últimos tres (3) periodos de facturación por el número de horas de un periodo de facturación multiplicado por número de horas que no estuvo disponible el servicio. El descuento mencionado se verá reflejado en el siguiente periodo de facturación a la decisión favorable frente a la queja presentada por el usuario, y para tal efecto el proveedor utilizará la siguiente fórmula, así (comunicaciones, 2011)³⁹:

³⁸ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

³⁹ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

$$\text{Compensación} = 2 \left[\left(\frac{VPF}{NTHP} \right) \times HND \right]$$

Donde:

VPF = Valor promedio de facturación del servicio de los últimos tres (3) periodos de facturación previos al periodo dentro del cual ocurrió la falta de disponibilidad del servicio.

HND = Número de horas no disponibles

NTHP = Número total de horas del periodo de facturación

ii. Cuando la prestación del servicio afectado esté sujeta a un plan bajo la modalidad de prepago, la compensación debe efectuarse, a través de la acreditación del doble de capacidad de comunicación equivalente al promedio mensual del total de capacidades de comunicación adquiridas por el usuario en los tres (3) meses previos a la momento en que ocurrió la falta de disponibilidad del servicio, para lo cual el proveedor deberá utilizar la fórmula citada en el literal a) del presente numeral, donde la variable NTHP corresponde 720 horas y la variable VPF deberá ser remplazada por la variable VPC, la cual se calcular teniendo en cuenta la siguiente fórmula, así⁴⁰:

$$VPC = \frac{VC}{3}$$

Donde:

VPC = Valor promedio mensual de las capacidades de comunicación adquiridas en los tres (3) meses previos a la fecha en la cual ocurrió la falta de disponibilidad del servicio.

VC = Valor total de las capacidades de comunicación adquiridas en los tres (3) meses previos a la fecha en la cual ocurrió la falta de disponibilidad del servicio.

⁴⁰ <http://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/00003066.pdf>

3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA METRICAS V3

En este capítulo, se aplicará la metodología conceptual de métricas V3.0 para desarrollar una solución viable al problema antes planteado. En el proceso, inicialmente se identifican todas las restricciones actuales (técnicas, legales, económicas y relativas) y que serán la base para enmarcar la solución a futuro. Durante esta etapa se consultaron documentos como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), contratos con terceros y con UFINET, con el fin de extraer todas las restricciones que limitarán las soluciones a implementar. Se realizará un análisis de la situación actual de la parte técnica, recursos humanos, procesos y metodologías actuales con los que cuenta las organizaciones de telecomunicaciones para mitigar la problemática actual. En esta segunda etapa, se analizarán indicadores de mantenimiento de ELECTRICARIBE, la duración de indisponibilidad de las fuentes de energía de la red HFC y de la capacidad operativa actual. Esto con el objetivo de determinar cuáles son las falencias actuales de la organización con respecto al manejo de la problemática. Con las restricciones y el diagnóstico de la situación actual, se definirán cuáles son los requerimientos mínimos para que una propuesta de solución sea aceptable para la organización. Finalmente se realizará un análisis de costo beneficio, para tomar la solución más viable para su implementación por parte de la organización.

3.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA

La metodología métrica V3.0, contiene un estudio de viabilidad que tiene como objetivo lograr obtener soluciones viables a corto plazo. El estudio de viabilidad tiene 6 macro actividades que se englobaron en 4 etapas para la práctica correspondiente. La primera etapa, consiste en el “alcance de la solicitud del sistema”, los insumos de este proceso corresponden a documentos externos que, por medio de 3 actividades, generan como salida los requisitos relativos, las restricciones, dependencias, contexto del sistema y un plan de trabajo; todo por medio de técnicas y prácticas de catalogación y sesiones de trabajo.

La segunda etapa consiste en el “estudio de la situación actual” y “definición de requisitos del sistema”. La primera macro actividad realiza una valoración del estudio de la situación actual, una identificación de los usuarios participantes que son afectadas por ese estudio y la generación de un diagnóstico a través de sesiones de trabajo. Con el fin de generar como resultado una descripción y contexto de la situación, un modelo del funcionamiento actual y una matriz de datos de los indicadores correspondientes. La segunda macro actividad que se realiza de forma paralela, es la de definición de requisitos que corresponde a identificar las directrices técnicas, la obtención de necesidades que ha de cubrir el estudio y finalmente la catalogación de requisitos que tendrán las soluciones.

La tercera etapa está constituida por 2 macro actividades que corresponden a “estudio de la alternativa de solución” y “valoración de las alternativas”. La primera consiste en preseleccionar todas las alternativas de solución que cumplan y que estén dentro de los requisitos y restricciones. La segunda corresponde a valorar las alternativas de solución realizando un análisis coste/beneficio y valorar el impacto en la organización.

Por último, tenemos la etapa de “selección de solución” la cual consiste en realizar una convocatoria de presentación, evaluar las alternativas de selección con la dirección y aprobar la solución. Todas estas etapas se pueden observar en la Tabla 11:

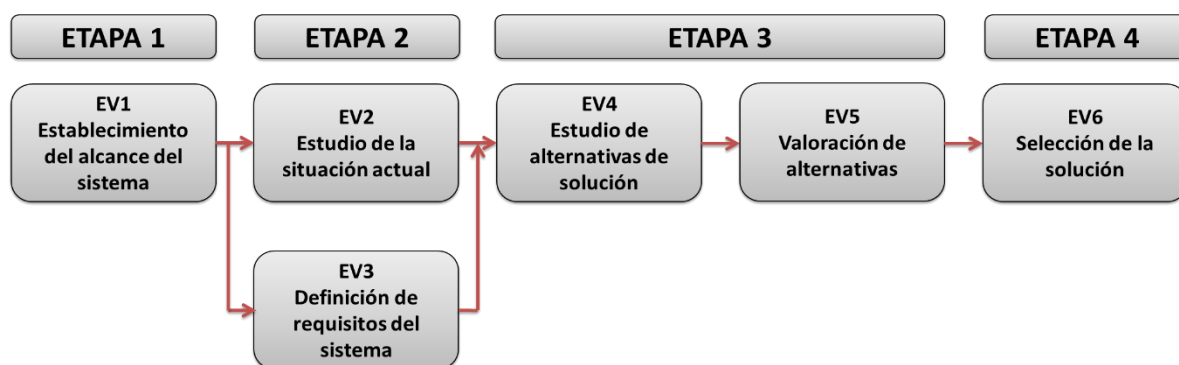


Ilustración 11. Diagrama de etapas y sus macro actividades.

3.2. DESARROLLO POR ETAPAS

A continuación, se desarrollará todas las etapas antes descritas para la generación de las soluciones al problema antes planteado:

3.2.1. ETAPA 1: Alcance Del Sistema

Como se comentó en el punto anterior, el objetivo de esta macro actividad es obtener una catalogación de restricciones técnicas, operativas, económicas y legales. Por lo que el primer paso fue revisar todos los contratos y normas las cuales tienen estas restricciones para poder identificarlas y así no generar soluciones fuera de este marco ya que, si estas no cumplen con estos parámetros, la organización podría ser multada, generar sobrecostos o en el caso más crítico, desmontar la solución después de haber sido implementada. Por lo que se realizaron sesiones de trabajo con las jefaturas y coordinaciones implicadas en la solución que corresponden a la Jefatura de O y M, calidad y analítica y la jefatura de proyectos. Durante esas sesiones, se concluyó que los siguientes documentos son los aptos para encontrar las restricciones correspondientes:

- CREG 063 de 2013, expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas y la Resolución CRC 4245 de 2013.
- POT Compilado (Decreto 0154 de 2000 y Acuerdo 003 de 2007).
- Decreto N°0659 (29 de septiembre del 2014) –POT Antenas.
- Presupuesto del año 2017 de operaciones y mantenimiento zona Costa.

El primer documento establece las condiciones y requerimientos técnicos que debe cumplir las empresas del sector de las telecomunicaciones para la instalación de redes y equipos, en los apoyos de las redes eléctricas de propiedad de ELECTRICARIBE E.S.P cuyos derechos de uso posee UFINET (CREG 063 de 2013.). Para profundizar un poco esta información UFINET es una multinacional de telecomunicaciones que tiene su sede en Madrid que hace

parte de UNION FENOSA REDES DE TELECOMUNICACION, la cual se fusiono con GAS NATURAL FENOSA en el año 2009 generando una línea de negocio llamado GAS NATURAL FENOSA TELECOMUNICATIONS el cual pertenece a la compañía GAS NATURAL FENOSA de la cual también tiene la línea de negocio de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en varios países del mundo, pero que en la zona Costa está en esa línea de negocio la empresa ELECTRICARIBE S.A⁴¹.

El plan de orden territorial se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. El cual es indispensable para determinar dónde se puede realizar y que restricciones existen en las zonas para implementar las alternativas de solución. El POT de antenas, regula el procedimiento de levantar el plano de localización de las redes de telecomunicaciones y/o comunicaciones, sus estructuras de soporte e infraestructura asociada y establecen las condiciones para el uso de mobiliario urbano y la ocupación del espacio público por parte de los proveedores de redes y servicio de telecomunicaciones y las empresas que instalen, operen y/o controlen directa o indirectamente infraestructura de telecomunicaciones. (ALCALDIA, 2013).

Los documentos de presupuesto del 2017, tienen como objetivo validar con qué dinero se dispone para realizar esta labor. Aunque la organización se encuentra ahora mismo ahorrando costos, y solo invierte en proyectos específicos que generen valor a la organización debido al poco crecimiento del sector de las telecomunicaciones en el país (2%), La gerencia y la dirección están dispuestos a invertir en una solución que permita disminuir las horas de indisponibilidad por la causa de ausencia de energía eléctrica. En muchas reuniones gerenciales y de dirección, se comentó que la situación actual es como una “pandemia” que tiene actualmente la zona Costa y que no tiene las otras regiones del resto del país. Por lo que hay

⁴¹<http://www.gasnaturalfenosa.com/es/actividades/lineas+de+negocio/1297099864083/telecomunicaciones.html>

que buscar la “cura” para lograr mejorar los indicadores de indisponibilidad en la zona comentada.

3.2.1.1. Análisis De Restricciones

Al analizar estos documentos, se logró extraer las restricciones más relevantes que pueden condicionar el planteamiento de las alternativas de solución. Durante varias sesiones de trabajo en la organización, no se observó restricciones legales, pero si restricciones técnicas, operativas y económicas las cuales se describirán con mayor grado de detalle a continuación:

3.2.1.1.1. Restricciones Técnicas Y Operativas

Se realizó el análisis de los documentos CREG 063 de 2013, el POT Compilado y el Decreto N°0659 obteniendo las siguientes restricciones:

- **Dimensión de equipos en infraestructura de UFINET:** los equipos que se coloquen en infraestructura de UFINET deben cumplir con lo siguiente: “posición Vertical al poste, paralelo al Poste con un Tamaño máximo: altura de 54 cm, ancho de 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg” (CREG 063 de 2013.). Esto quiere decir que todo equipo de telecomunicaciones o equipos que respalden un equipo de telecomunicación no podrá utilizar la infraestructura de soporte (postes) sino cumple con esas especificaciones. Por lo que lo hace una restricción, ya que las soluciones planteadas deben cumplir con estos parámetros para que la solución sea viable en términos de utilización de infraestructura.
- **Instalación de equipos nuevos en infraestructura de UFINET:** “Sólo se podrá instalar un aparato por poste/torre, y su ubicación igualmente deberá bajo cable o cables de comunicaciones y en la parte posterior del poste/torre se encuentre la marquilla del mismo. Las fuentes de alimentación de la red HFC y los gabinetes de control de las antenas de telecomunicaciones podrán instalarse a los postes siguiendo los criterios indicados por ELECTRICARIBE cuando se presente cada caso” (CREG 063 de 2013.).

Como puede observar solo se puede colocar un solo equipo por poste, por lo tanto, realizar soluciones donde se involucre varios equipos en el mismo poste no es admisible. Actualmente tenemos una excepción de esta regla debido a que fue negociada por ambas empresas y especialmente para las fuentes de alimentación de la red HFC.

- **Ubicación de accesorios y equipos auxiliares en infraestructura de UFINET:**

“Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal serán fijados por debajo del cable de comunicaciones sobre el propio poste, a excepción de los casos de equipos de mini BTS cuyo diseño de instalación serán objeto de estudios y diseños particulares en función de cada situación” (CREG 063 de 2013.). En este caso los nuevos accesorios que tendría la nueva implementación están planteada en postes los cuales deben cumplir esta restricción.

- **Cantidad de equipos de telecomunicaciones en infraestructura de UFINET:** “Sólo se permitirá la instalación de una caja de empalme, caja o equipo por poste/torre. En ningún caso se permitirá la instalación de cualquiera de estos elementos en el caso que exista ya un elemento de esta naturaleza. En estos casos, se deberá instalar en el poste/torre más próxima que no se presente esta misma situación” (CREG 063 de 2013.). Esto quiere decir, que la solución planteada tiene que hacerse en postes que no contenga otro equipo de telecomunicaciones o equipos donde ya existe una fuente de alimentación.

- **Instalación de equipos en Infraestructura con elementos de ELECTRICARIBE:**

“Los cables de comunicaciones que se soporten en los postes de la red que tengan instalados transformadores de distribución o equipos de maniobra deberán protegerse con un sistema que permita obtener más seguridad ante eventuales descargas por el cable de puesta a tierra de la red. No se permite la instalación de equipos, reservas de cables, cajas de empalme y cualquier otro elemento que impida la libre operación de

los equipos gestionados por ELECTRICARIBE en este tipo de postes” (CREG 063 de 2013.). Las soluciones que se planteen no se pueden implementar en postes donde existan este tipo de equipos de ELECTRICARIBE.

- **Ubicación de equipos de telecomunicaciones en cruce de vías:** “En los casos de cruce de vías, se deberá conservar una distancia mínima de seguridad, de acuerdo con lo establecido en las tablas del RETIE. En aquellos casos que no son cubiertos por el RETIE, se regularán según lo establecido en el NESC (Código Nacional de Seguridad Eléctrica de Estados Unidos). Si en redes aéreas de comunicaciones estas distancias no pueden ser cumplidas, las redes deberán ser subterráneas para los proyectos que se viabilicen a partir del presente contrato” (CREG 063 de 2013.). Esta restricción se tiene en cuenta especialmente para fuentes que pueden estar en cruces de vías las cuales la comunicación con la fuente debe cumplir estos parámetros, las distancias y recomendaciones de la RETIE se pueden ver en el anexo de este documento.
- **Ubicación de equipos de telecomunicaciones en espacio público:** En todos los casos de localización de la infraestructura soporte para instalación de los elementos de transmisión y recepción de telecomunicaciones deberán cumplir con los siguientes criterios de ubicación:
 - Cuando se trata de estructuras con alturas inferiores a (12) metros lineales, podrán instalarse en zonas distritales o espacios públicos, en la franja denominada “franja de servicios públicos” entre línea de bordillo y línea de propiedad, conocida tradicionalmente como andén (ALCALDIA, 2013).
 - Cuando se trata de estructuras con alturas mayores a doce (12) metros e inferiores a dieciocho (18) metros, dichas estructuras únicamente podrán localizarse en zonas y espacios públicos complementarios al subsistema vial tales como separadores, rotondas o gloriets, zonas verdes o áreas de control

ambiental, alamedas, malecones entre otros que no obstaculicen el flujo peatonal ni áreas destinadas al tránsito de peatones, así como en plazas, parques y plazoletas, en todos los casos con la autorización previa de la secretaria de planeación (ALCALDIA, 2013).

- Cuando se trata de estructuras con alturas superiores a los dieciochos (18) metros, únicamente podrá instalarse en parques, plazas y plazoletas, en todos los casos con la autorización previa de la secretaria de planeación (ALCALDIA, 2013).

Como se puede observar las restricciones no son solamente con la infraestructura de ELECTRICARIBE, sino también con el espacio público el cual las soluciones a plantear tienen que cumplir con alguna de los tres ítems nombrados anteriormente.

- **Cantidad de equipos estructurales en espacios públicos:** En relación con el número de elementos estructurales a instalar en espacios públicos, correspondientes a mástiles o postes y similares, se podrá instalar con el propósito de desplegar las redes de telecomunicaciones hasta de un máximo de dos (2) unidades por frente de manzana. En el caso de espacios y zonas verdes, se podrá instalar un máximo de dos (2) unidades de dichos elementos estructurales de soporte por cada 1000m² de superficie, en áreas menores únicamente una unidad (ALCALDIA, 2013).
- **Cesión de infraestructura instalada en casos de construcción por un operador de telecomunicaciones:** Los soportes o bases para la instalación del elemento receptor o transmisor de telecomunicaciones (mástil o poste, es decir la estructura elevadora sin incluir el equipo de transmisión y/o recepción y sus elementos de soporte) quedara cedido al distrito por el titular de la licencia, convirtiéndose el mencionado elemento en un bien de uso público por destinación (ALCALDIA, 2013).

- Para el tema operativo, la implementación y mantenimiento debe ser implementada con la capacidad operacional de mantenimiento de red externa y no con capacidad de otras áreas como instalación de servicio o proyectos.
- Solo se podrá utilizar los recursos de personal de los aliados ya zonificados en la zona Costa.

Las restricciones técnicas y operativas, antes nombradas limitan las soluciones como paneles solares para suministro de energía a la red HFC, los cuales no se podrían implementar en la infraestructura de UFINET debido al no cumplimiento de la restricción de “dimensión de equipos de infraestructura de UFINET”. Para generar la cantidad de energía para suplir la demanda de una fuente de alimentación de un nodo, se requiere aproximadamente de ocho paneles solares con dimensiones que no cumplen con esos requerimientos. La única forma de implementar este tipo de solución, es en fuentes de alimentación que queden cerca de parques, plazas o glorietas el cual permitirían construir la infraestructura necesaria para lograr este tipo de proyectos.

Soluciones como el doble banco de baterías, la cual consiste en poner otras baterías de respaldo en el mismo poste debajo de la fuente de alimentación también violaría la restricción de “Cantidad de equipos de telecomunicaciones en infraestructura de UFINET”, el cual consiste en no implementar más de dos equipos en la misma infraestructura. Otras propuestas de solución podrían ser a nivel de capacidad, se podría modificar la forma de operación actual el cual no aplicaría todas estas restricciones o implementación de nuevas estructuras en espacio público ya sean en gabinetes o ubicadas en cámaras subterráneas de telecomunicaciones o como última instancia utilizar infraestructura de empresas de telecomunicaciones del segmento personas (torres de telefonía celular).

3.2.1.2. Restricciones Económicas

Las restricciones económicas dependen del presupuesto de OPEX y CAPEX de la de la jefatura de OYM de la Zona Costa. Donde el presupuesto para la implementación de la solución viable se encuentra en CAPEX específicamente en obras civiles (POT) y zonas críticas mantenimiento red externa el cual suman 813 millones de pesos⁴².

Adicional a ese presupuesto, se debe saber que gastos operacionales adicionales se pueden incurrir al realizar una nueva solución por lo que se rige en dos tarifas dependiendo de la infraestructura a escoger para las alternativas de solución:

- Si la infraestructura es de UFINET se tiene las siguientes tarifas para la instalación de cable o dispositivos de telecomunicaciones (CREG 063 de 2013.):

$$k = \text{Longitud máxima del elemento en cm (largo o ancho)} / 10 \text{ cm}$$

Tarifa/mes/elemento = k * Tarifa según tipo infraestructura empleada (según ver Tabla 15)

INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	
TIPO	TARIFA MENSUAL (COP/mes)
Espacio en Postes 8 m	\$ 2.705,01
Espacio en Postes 9 m	\$ 2.874,05
Espacio en Postes 10 m	\$ 3.043,10
Espacio en Postes 11 m	\$ 3.212,15
Espacio en Postes 12 m	\$ 3.381,21
Espacio en Postes 14 m	\$ 5.265,74
Espacio en Postes 16 m	\$ 6.103,06
Torres Redes STR 115 Kv	\$ 90.608,17
Torres Redes STN < 230 kV	\$ 82.854,36
Torres Redes STN > 230 kV	\$ 123.815,98
Ducto (m)	\$ 523,57

Tabla 14. Tarifa de arriendo de espacio de UFINET⁴³

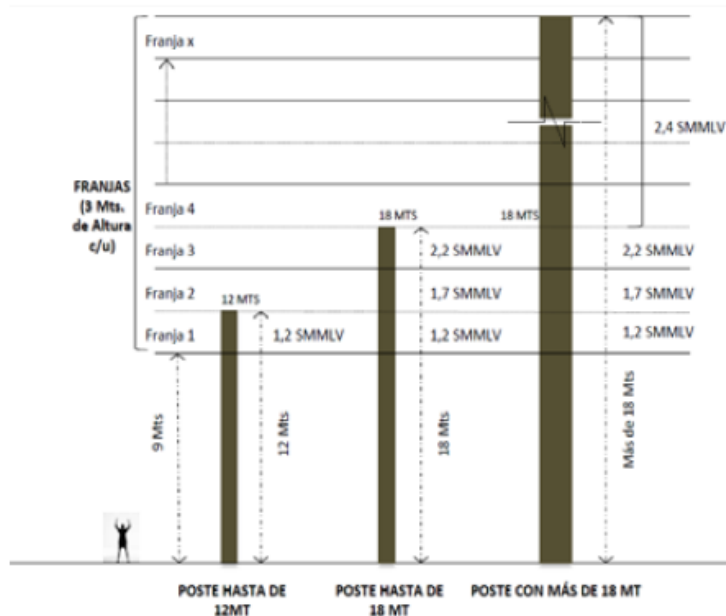
⁴² Presupuesto del año 2017 de la gerencia técnica Costa. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

⁴³ CREG 063 de 2013. . (s.f.).

El valor a facturar mensualmente por UFINET a las empresas de telecomunicaciones, será el resultado de multiplicar el número de cada tipo de elemento por su tarifa unitaria mensual, conforme a las condiciones descritas en CREG 063 de 2013 (ver Tabla 14), expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas y la Resolución CRC 4245 de 2013, las Actas de Derecho de Acceso y Uso de Infraestructura Eléctrica suscritas entre las Partes (CREG 063 de 2013.).

- Si la infraestructura es del distrito de Barranquilla, se debe pagar una remuneración por derecho del uso de infraestructura propiedad del distrito de Barranquilla será prevista en salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV), incluido del subsidio de transporte, por cada franja del servicio de telecomunicaciones.

Los valores de remuneración por el uso de infraestructura de postes de propiedad del distrito de Barranquilla se define de acuerdo a los rangos de altura de estos y las franjas de utilización de los mismos, así (ver Tabla 15) (ALCALDIA, 2013):



TASA DE REMUNERACIÓN DE ACUERDO A LA FRANJA			
Franja 1	Franja 2	Franja 3	Franja 4
Entre los 9 y 12 ml	Entre los 12 y 15 ml	Entre los 15 y 18 ml	Mayor a 18 ml
1,2 SMMLV	1,7 SMMLV	2,2 SMMLV	2,4 SMMLV

Tabla 15. Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito de Barranquilla.⁴⁴

Se entiende como franja del servicio de telecomunicaciones aquella porción medida en metros lineales del elemento identificado como poste o mástil o cualquier otro elemento, que hacen parte del mobiliario urbano de la ciudad, la cual se podrá utilizar para la ubicación de equipos de recepción y transmisión de telecomunicaciones, excluyendo el equipo de soporte como cajas de energía y otros aditivos complementarios para el funcionamiento del dispositivo los cuales podrán instalarse en otras franjas del poste o mástil y de conformidad con lo señalado en la licencia de intervención y espacio público (ALCALDIA, 2013).

Se tiene en cuenta también otras restricciones económicas como en los casos donde en un evento que haya necesidad de realizar el proceso de suspender el suministro de energía en la infraestructura eléctrica por solicitud del operador de telecomunicaciones, UFINET,

⁴⁴ ALCALDIA. (2013). DECRETO n°0659. Gaceta distrital N°401, 1.

facturará a esta los costos asociados a la afectación en la continua prestación del servicio. Dichos costos serán informados con prelación a la factura emitida.

El valor económico generado por estas restricciones, son importante conocerlas para determinar los costos en la generación de las soluciones y su impacto económico durante la evaluación costo beneficio de las alternativas que se plantearan más adelante.

3.2.2. ETAPA 2: Situación Actual

Durante esta etapa, se realiza una valoración de la información existente de todos los sistemas de información que evidencia el impacto actual y da como resultado final un diagnóstico, estimando las eficiencias e identificando las posibles mejoras.

Se analizarán los indicadores operacionales, el aspecto técnico actual tanto en la tecnología como en la operación y el recurso humano actual. Esto con el objetivo de poder ver como se encuentra las organizaciones de telecomunicaciones, para poder mitigar esta problemática. Por lo que analizará cada punto a continuación:

3.2.2.1. Técnico

Se realiza una descripción de la actual forma de mitigación desde la parte técnica y de procedimiento el cual se describe a continuación:

3.2.2.1.1. Tecnología actual para mantener disponibilidad de servicio.

La red HFC cuenta con varios dispositivos para la transmisión y distribución de señal los cuales funcionan por medio de suministro de energía eléctrica. Estos elementos se llaman “activos”, y su función principal es poder amplificar la señal de internet, televisión y telefonía de un sector a otro. En la red HFC existen otros elementos que su función principal es distribuir y repartir la señal, no requieren de energía eléctrica para funcionar y que tienen como nombre “pasivos”. Los elementos activos son los nodos ópticos y amplificadores, el primero convierte la señal óptica a radiofrecuencia, la salida de este equipo es en cable coaxial que entra a otros equipos llamados amplificadores. Para entender cómo funcionan estos últimos, la señal se

atenúa a medida que la distancia se incrementa desde la salida del nodo, por lo que estos dispositivos amplifican la potencia en radiofrecuencia para un nuevo recorrido. Finalmente, la señal llega con todos los parámetros de calidad establecido hasta los TAPs de distribución en este caso pasivos para poder dar la señal a los clientes.

Los elementos activos, son los más importantes en la red, por lo que estos, dependen de la confiabilidad y de la estabilidad del servicio eléctrico de cada ciudad. Es por eso que los diseñadores de este tipo de tecnología necesitan de unas fuentes especializadas para que estos activos funcionen de manera óptima y siempre tengan disponibilidad de energía eléctrica para no afectar la disponibilidad de radiofrecuencia del servicio. Las fuentes siempre son monitoreadas por una plataforma llamada BOSS. Esta permite visualizar todas las alarmas de la fuente (estado de las baterías, temperatura, niveles de voltaje, etc.) y gracias a los ingenieros del NOC (Centro de control de red –Network operation Center) los cuales están observando estas alarmas durante 24 horas, se generan los avisos a los interventores de red externa para poder ir a resolver los problemas.

Las fuentes de poder vienen de diferentes modelos, pero las empresas de telecomunicaciones en Colombia con esta tecnología, prefieren las fuentes de marca ALPHA XM series 2 (Ilustración 12) los cuales trabajan a 60 o 90 V, esto quiere decir que su funcionamiento está en el segmento eléctrico de baja tensión.



Ilustración 12. Fuentes ALPHA XM Series 2⁴⁵

⁴⁵ alpha, t. (2001). fuentes alpha xm series 2 manual operador. 70.

Las fuentes de alimentación ininterrumpibles (UPS) Alpha XM Serie 2 han sido diseñadas para alimentar equipos de procesamiento de señales de sistemas de televisión por cable y distribución de redes LAN de banda ancha. La fuente de alimentación, que consiste de un módulo de alimentación XM2, proporciona la carga crítica con alimentación CA regulada, limitada a la corriente, la cual se encuentra libre de perturbaciones como son los picos, sobre voltajes, ruidos, oscurecimiento parcial, interrupción total. Cuando el voltaje de entrada de línea de CA se desvía significativamente de la normal, u ocurre un corte eléctrico, el Módulo Inversor XM2 automáticamente pasa a la operación de respaldo (inversor) para continuar alimentando la carga, en este caso la red HFC. Durante el cambio a la operación de respaldo, la energía contenida en el transformador ferorresonante continúa alimentando la salida. La alimentación de respaldo continuará alimentando la carga hasta que el voltaje de la batería llegue a un voltaje bajo. Cuando la energía eléctrica regresa, el módulo de alimentación XM2 espera por un periodo corto (aproximadamente de 10 a 20 segundos) para que tanto el voltaje eléctrico como la frecuencia se estabilicen y luego inicia una transferencia en fase con la alimentación de línea de CA. Una vez que la transferencia se haya terminado, el cargador de batería rápidamente recarga las baterías en preparación para el próximo corte eléctrico (ALPHA, 2001).

Entrada Eléctrica	Modelo 615	Modelo 915	Modelo 922	Modelo 1350
Voltaje de Entrada	± 15% de Nominal	± 15% de Nominal	± 15% de Nominal	± 15% de Nominal
Frecuencia de Entrada	60 Hz +/- 3% 50 Hz +/- 3%	60 Hz +/- 3% 50 Hz +/- 3%	60 Hz +/- 3%	60 Hz +/- 3%
Factor de Potencia Nominal	0.9	0.9	0.9	0.9

Salida				
Potencia de Salida	900W	1350W	2000W	1350W
Voltaje de Salida	63VCA	63, 75, 87VCA	63, 75, 87VCA	63, 75, 87VCA
Corriente de Salida	15A	15A	22A	22.5, 15, 15A
Regulación Voltaje Salida	*/- 5%	*/- 5%	*/- 5%	*/- 5%
Frecuencia Salida Inversor	*/- 0.1%	*/- 0.1%	*/- 0.1%	*/- 0.1%
Límite Corriente de Salida	150% de la capacidad máx. de salida	150% de la capacidad máx. de salida	150% de la capacidad máx. de salida	150% de la capacidad máx. de salida
Tiempo Transferencia del Inversor	Salida Ininterrumpida	Salida Ininterrumpida	Salida Ininterrumpida	Salida Ininterrumpida
Eficiencia	90%- Modo Línea 85% Modo Inversor	90%- Modo Línea 85% Modo Inversor	90%- Modo Línea 85% Modo Inversor	90%- Modo Línea 85% Modo Inversor
Opción PIM	Cant. 2 @ 3-30A	Cant. 2 @ 3-30A	Cant. 2 @ 3-30A	Cant. 2 @ 3-30A
Pantalla Inteligente	LCD de Iluminación de Fondo Std 2X20	LCD de Iluminación de Fondo Std 2X20	LCD de Iluminación de Fondo Std 2X20	LCD de Iluminación de Fondo Std 2X20

Baterías				
Voltaje de Baterías	36VCC	36VCC	48VCC	36VCC / 48VCC
Descarga por Bajo Voltaje	31.5 VCC	31.5VCC	42VCC	31.5 / 42VCC
Voltaje de Flotación	39 - 41.4VCC	39 - 41.4VCC	52 - 55.2VCC	39 - 41.4VCC 52 - 55.2VCC
Compensación Voltaje	39 - 44.1VCC	39 - 44.1VCC	52 - 58.8VCC	39 - 44.1VCC 52 - 58.8VCC
Compensación Temp	0.0 - 0.005 VCC/C	0.0 - 0.005 VCC/C	0.0 - 0.005 VCC/C	0.0 - 0.005 VCC/C
Corriente del Cargador (Máx.)	10 amps	10 amps	10 amps	10 amps
Tiempo Típico de Recarga	12 horas c/batería 100Ah	12 horas c/batería 100Ah	12 horas c/batería 100Ah	12 horas c/batería 100Ah

Mecánica				
Dimensiones del Chasis	38 mm X 22 mm X 36 mm (1.5" W X 0.75" H X 1.43" D)	38 mm X 22 mm X 36 mm (1.5" W X 0.75" H X 1.43" D)	38 mm X 22 mm X 36 mm (1.5" W X 0.75" H X 1.43" D)	38 mm X 22 mm X 36 mm (1.5" W X 0.75" H X 1.43" D)
Peso Transporte	27.8 kg (60 Lbs.)	36.4 kg (80 Lbs.)	45.5 kg (100 Lbs.)	36.4 kg (80 Lbs.)
Inversor y Conexiones	Acceso Panel Frontal	Acceso Panel Frontal	Acceso Panel Frontal	Acceso Panel Frontal

Medio				
Temperatura Operación	-40°C a +55°C	-40°C a +55°C	-40°C a +55°C	-40°C a +55°C
Humedad	0 a 90% Sin Condensación	0 a 90% Sin Condensación	0 a 90% Sin Condensación	0 a 90% Sin Condensación

Tabla 16. Especificaciones técnicas de la fuente ALPHA XME SERIES 2.⁴⁶

Al observar si las fuentes son aptas para trabajar en climas extremos tanto en humedad como en su temperatura de operación, la ciudad de Barranquilla tiene una temperatura promedio según el IDEAM de 25 a 37°C⁴⁷ (Ilustración 13) el cual se encuentra dentro de los rangos de operación de las fuentes, que son entre los -40°C a 55°C (Tabla 16, medio).

⁴⁶ alpha, t. (2001). fuentes alpha xm series 2 manual operador. 70.

⁴⁷ <http://bart.ideam.gov.co/portal/precipitacion/tempmax/img.jpg>

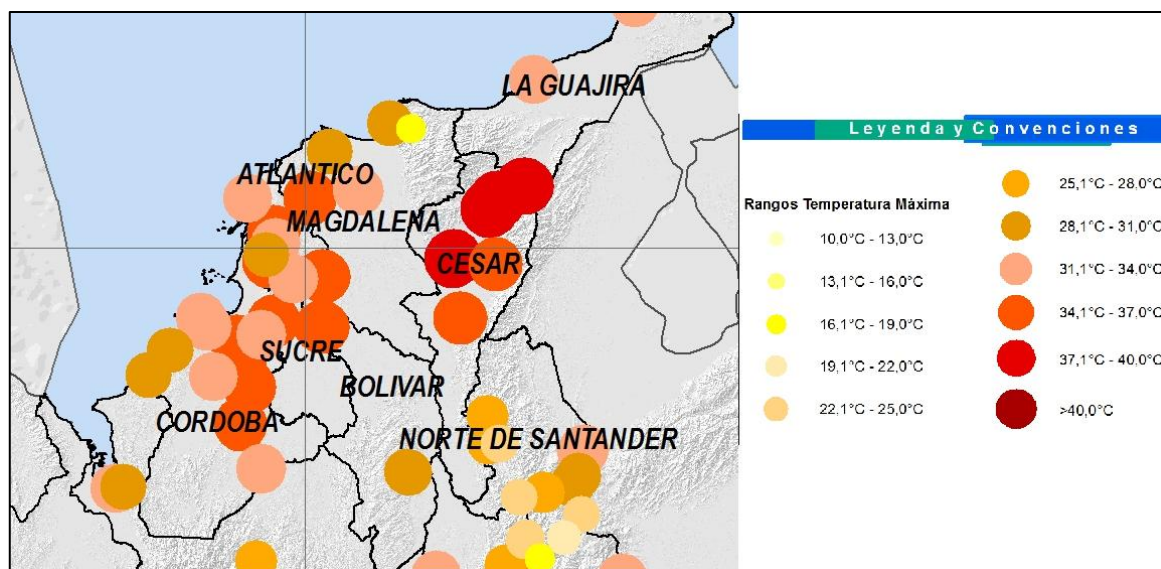


Ilustración 13. Rangos de temperatura máxima Zona Costa.⁴⁸

El tiempo de recarga para las baterías dado por la fuente es de 12 horas, por lo que es un tiempo alto especialmente si hay zonas en la ciudad donde se puede tener interrupciones eléctricas varias veces por día, ya que no es suficiente tiempo para poder cargar las baterías nuevamente en ese tipo de circunstancias.

Las fuentes mencionadas anteriormente alimentan unas baterías que es la que suministra la energía eléctrica a los activos en casos de interrupción del servicio eléctrico. La batería de gel AlphaCell es de plomo-ácido y esto facilita el ciclo de recombinación del oxígeno. El resultado final, en condiciones normales, es mínima emisión de gas y mínima pérdida de agua del electrolito. El electrolito se inmoviliza en forma de gel o se absorbe dentro de un separador absorbente ubicado entre las placas. Por consiguiente, no es necesario agregar agua a las celdas o medir la gravedad específica del electrolito.

El sistema de baterías es un grupo de baterías de 12 V conectadas en una cadena en serie para proporcionar un sistema de mayor tensión. En la Ilustración 14, tres de las baterías de 12 V nominales están conectadas en serie para suministrar un sistema de 18 celdas con una tensión nominal de 36 V.

⁴⁸ <http://bart.ideam.gov.co/porta/precipitacion/tempmax/img.jpg>

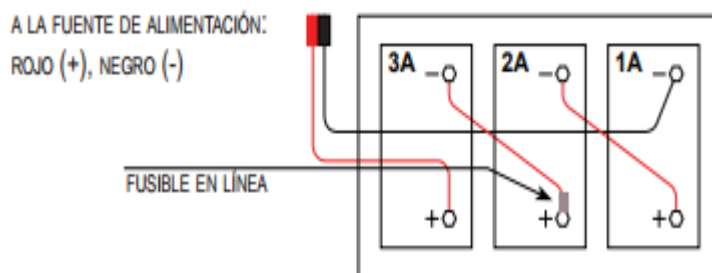


Ilustración 14. Cadena de baterías conectada en serie.⁴⁹

Se puede conectar varias cadenas de baterías en paralelo. Esto proporciona un sistema cuya capacidad es igual a la suma de capacidades de todas las cadenas. Por ejemplo, en la Ilustración 15, se observan dos cadenas conectadas en paralelo de 36 V 90 Ah de capacidad que proporcionan una capacidad nominal de 36 V a 180 Ah.

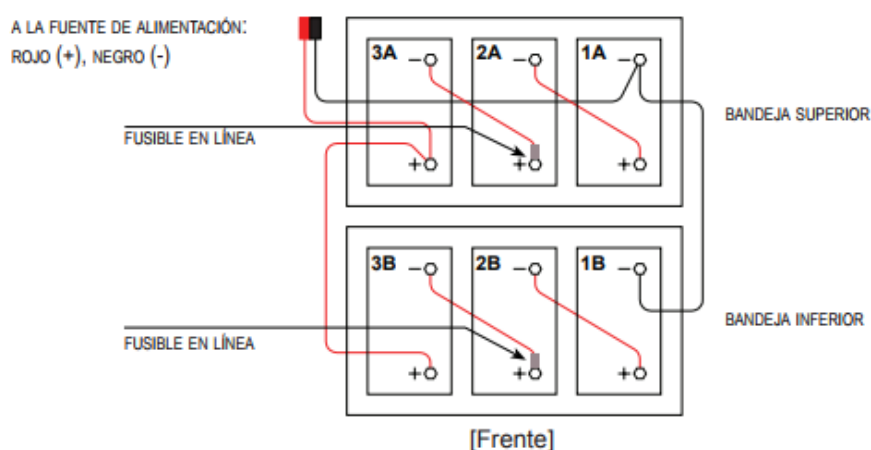


Ilustración 15. Cadena de baterías conectada en paralelo.⁵⁰

Este tipo de arreglos en paralelo se observa en algunas fuentes de algunos nodos que se encuentran en la ciudad (Ilustración 16), pero generan un sobrepeso en la carga mecánica a la infraestructura de UFINET que no cumple con la restricción de dimensión, peso y cantidad de elementos en un poste según el anexo CREG 063 de 2013. La empresa UFINET no ha expuesto nunca tal inconformismo, pero existe un riesgo latente que las empresas de telecomunicaciones

⁴⁹ http://broadband.alpha.com/download/outside_plant_power/alphacell_batteries/gxl/user_guide_sp.pdf

⁵⁰ http://broadband.alpha.com/download/outside_plant_power/alphacell_batteries/gxl/user_guide_sp.pdf

de la zona, este expuesto a sanciones económicas o en el peor de los casos a desinstalar este tipo de soluciones.



Ilustración 16. Fuente con doble banco de baterías.

Las baterías tienen una capacidad en minutos dependiendo de la carga de consumo en amperios de los activos de la red HFC con una cobertura de 600 o 700 HHPP. La red actual de las empresas de telecomunicaciones de la zona, tiene un consumo promedio por nodo de 10 amperios, por lo que tres baterías a una fuente de potencia de 3.5 HP dan como autonomía 189 minutos (3,03 horas) teóricos (Tabla 17). Pero en terreno su funcionamiento promedio es de 2,9 horas y en algunos casos 2,01 horas, debido a la temperatura ambiente de almacenamiento. Las empresas de telecomunicaciones en esta zona, no cumplen con las sugerencias de almacenamiento de las baterías. Estas deben estar a una temperatura ambiente entre 0°C a 20°C⁵¹ y se encuentran entre 30 a 40°C con 3 meses de almacenamiento generando como efecto negativo la instalación de baterías con el 75% de la carga (Ilustración 17).

⁵¹http://broadband.alpha.com/download/outside_plant_power/alphacell_batteries/gxl/user_guide_sp.pdf

AlphaCell HP, XM2-915, XM2-922 y GMX Autonomías (minutos)																
90Vac @	4A		6A		8A		10A		12A		14A		16A		18A	
Modelo:	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP
3 baterías:	490	533	310	344	229	260	182	211	146	174	118	144	100	124	87	109
4 baterías:	672	732	429	469	320	353	255	286	206	236	167	195	142	170	123	150
6 baterías:	1041	1146	672	732	504	548	404	442	329	363	268	300	229	260	200	230
8 baterías:	1413	1576	917	1006	691	752	556	605	454	495	372	408	320	353	279	311
9 baterías:	1601	1795	1041	1146	785	875	632	688	518	563	424	463	365	401	320	353
60Vac @	4A		6A		8A		10A		12A		14A		16A		18A	
Modelo:	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP	3.5HP	4.0HP
3 baterías:	746	833	490	533	365	401	291	324	236	267	192	221	164	192	142	170
4 baterías:	1041	1146	672	732	504	548	404	442	329	363	268	300	229	260	200	230
6 baterías:	1601	1795	1041	1146	785	875	632	688	518	563	424	463	365	401	320	353
8 baterías:	2165	2465	1413	1576	1069	1178	864	946	709	773	583	635	504	548	442	482
9 baterías:	2448	2806	1601	1795	1212	1343	981	1078	806	881	664	723	573	624	504	548

Los cálculos arriba son basados en una carga de AC con un factor de potencia de 0,92 de una planta de cable

AlphaCell HP Clasificaciones de Descarga de Corriente en Amperios									AlphaCell HP Calificación de Amperios								
Horas*		1	2	3	4	8	10	20	Horas*		1	2	3	4	8	10	20
3.5HP	Voltaje Final 1,75VPC:	70,2	40,3	28,6	22,3	12,1	9,9	5,2	3.5HP	Voltaje Final 1,75VPC:	70,2	80,6	85,8	89,2	96,8	99,0	104,0
	Voltaje Final 1,70VPC:	72,0	41,1	29,2	22,7	12,3	10,0	5,3		Voltaje Final 1,70VPC:	72,0	82,2	87,6	90,8	98,4	100,0	106,0
4.0HP	Voltaje Final 1,75VPC:	81,9	45,8	32,2	25,0	13,1	10,6	5,7	4.0HP	Voltaje Final 1,75VPC:	81,9	91,6	96,6	100,0	104,8	106,0	114,0
	Voltaje Final 1,70VPC:	83,7	46,7	32,8	25,4	13,3	10,7	5,8		Voltaje Final 1,70VPC:	83,7	93,3	98,3	101,5	106,3	107,0	115,8

* Use la columna de horas arriba para el modelo del cual desea la autonomía

Tabla 17. Autonomía de baterías según la capacidad de consumo.⁵²

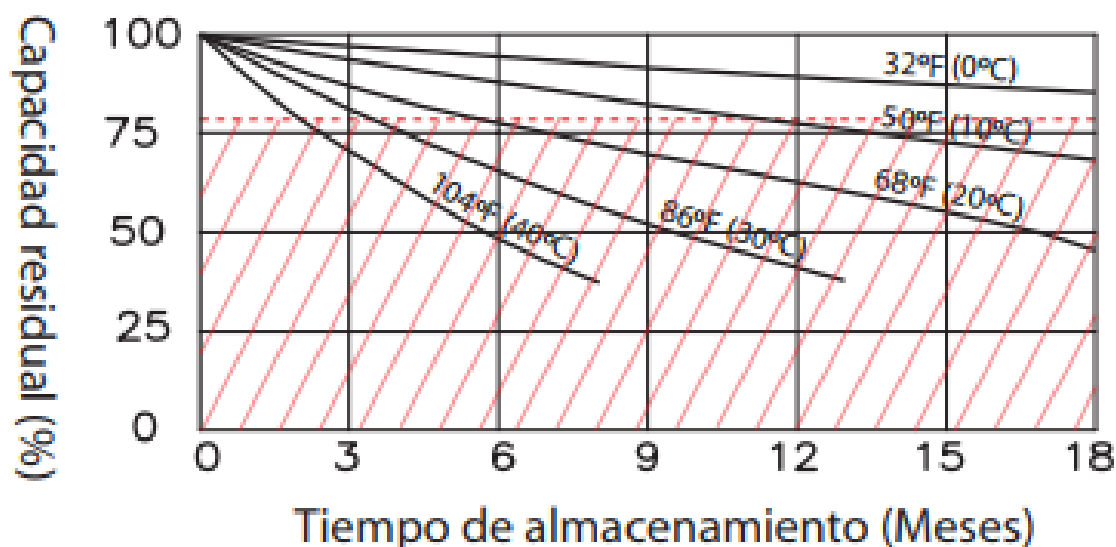


Ilustración 17. Capacidad y tiempo de almacenamiento de las baterías⁵³

Se puede concluir, que la forma de mitigación de la ausencia de energía eléctrica en la red, está limitada por las restricciones antes mencionadas, por su autonomía que corresponden a 3 baterías por fuente y su forma de almacenamiento genera un agravamiento de la eficiencia de esta solución.

⁵² http://broadband.alpha.com/download/outside_plant_power/alphacell_batteries/gxl/user_guide_sp.pdf

⁵³ http://broadband.alpha.com/download/outside_plant_power/alphacell_batteries/gxl/user_guide_sp.pdf

3.2.2.2. Recursos humanos

La organización de telecomunicaciones, está compuesto por la gerencia técnica el cual contiene la jefatura de mantenimiento de red externa, que está constituida por el área de mantenimiento de fibra óptica y el área de mantenimiento en la red HFC. Esta última la conforma un coordinador de red externa a nivel de zona Costa y 9 líderes de mantenimiento de red externa distribuidos en los 9 departamentos que conforman la zona. (Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre).

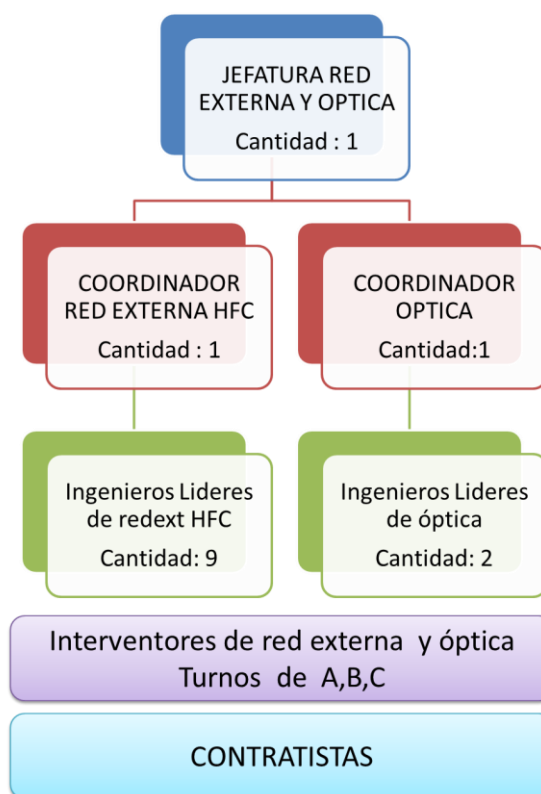


Ilustración 18. Estructura de jefatura de red externa y óptica.⁵⁴

La jerarquía del área se puede observar en la Ilustración 18, donde los líderes tienen la responsabilidad de monitorear y controlar el indicador de indisponibilidad de servicio de sus zonas de gestión y generar planes de acción para poder mitigar las causas principales que causan esas afectaciones. Los interventores de red externa, son los encargados de velar que los trabajos en campo se desarrollen a conformidad y la de dirigir las cuadrillas o móviles de las

⁵⁴ Los autores del documento

contratistas para poder solucionar los problemas en el menor tiempo posible. Finalmente, tenemos las contratistas de la zona las cuales colocan las herramientas y el personal técnico y tecnólogo en móviles para ejecutar las actividades y solucionar las fallas que se presentan.

Los perfiles de cada uno de los cargos antes nombrados se pueden ver en la Tabla 18.

JEFE DE ZONA	COORDINADOR	LIDER DE ZONA	INTERVENTOR
RESPONSABILIDADES	RESPONSABILIDADES	RESPONSABILIDADES	RESPONSABILIDADES
Definir capacidad de cada tipo de trabajo.	Cumplimiento de TRF y Supervisión de La Red De Fibra Óptica	Garantizar la calidad de los trabajos.	Asegurar el cumplimiento del objeto contractual
Ajustar la capacidad según los tiempos de respuesta de Mantenimientos.	Coordinar las instalaciones corporativas	Generación de planes de mejora en los procesos de operaciones y mantenimiento	Asegurar las especificaciones técnicas de los Trabajos contratados
Asegurar que los Aliados cumplan con la ejecución de los trabajos de mantenimientos escalados.	Coordinar Actualización ONYX	Implementación, Seguimiento y Control a indicadores de calidad que aseguren la satisfacción del cliente	Asegurar Mejores Practicas Operativas
Mejoramiento de la Operación	Gestion Riesgos de la Operación De Fibra	Otras	Otras
Medición de Productividad	Logística de recursos	Otras responsabilidad HSE	Otras responsabilidad HSE
Determinar necesidades de nuevos recursos especialmente móviles	Medición y control de planes de mantenimientos y operación		
Gestionar entre áreas las mejoras y soluciones aplicadas a la operación	Coaching De Personal		
Asegurar que los aliados estratégicos cumplan con las ejecuciones de las ot y	Otras		
Analizar reportes y cifras de Operación	Otras responsabilidad HSE		
Desarrollo del Equipo Humano			
Otras			
Otras responsabilidad HSE			

Tabla 18. Responsabilidades de cargos de la jefatura de red externa y óptica⁵⁵

3.2.2.3. Procedimientos

La organización de telecomunicaciones, aparte de la mitigación por medio de la tecnología que tiene la red, también tiene un recurso humano para poder resolver esta problemática. La jefatura de red externa, tiene unas móviles con personal especializado para la solución de múltiples problemas ya sea de fibra óptica o coaxial. El proceso para poder mitigar la ausencia de energía eléctrica en un nodo comienza desde el centro de control de red (NOC – Network Operations Center) en donde el ingeniero del NOC, monitorea las alarmas a través de una plataforma llamada “STAND BY MANAGER”. Esta plataforma monitorea todas las

⁵⁵ Los autores del documento

alarmas que entrega la fuente Alpha XM Serie 2, cuando en un sector de la ciudad hay ausencia de energía eléctrica, al ingeniero del NOC le aparece en esta plataforma la alarma “PS INPUT VOLTAJE” debe consultar el parámetro “Time to critical” con el fin de identificar el tiempo de operación en stand by de la fuente o en otras palabras el tiempo faltante para que las baterías se descarguen. Si este tiempo es superior a 120 minutos confirma con la empresa de energía de la regional la realización de trabajos en la zona, solicitar duración estimada de la falla o de los trabajos que se están realizando. Si la empresa de energía no reporta cortes en la zona se debe enviar una móvil de mantenimiento inmediatamente para confirmar la causa de la falla. Si el “time to critical” es inferior o igual a 120 minutos se debe enviar inmediatamente la móvil de mantenimiento para soportar con planta eléctrica. Una vez la alarma desaparezca se debe continuar con el procedimiento normal para el cierre del aviso o falla⁵⁶. Cabe anotar que en el momento en que la fuente se encuentra con soporte de baterías la falla se encuentra en una prioridad 3 para el NOC (que corresponde a una urgencia baja, pero con impacto alto por la cantidad de clientes que tiene de cobertura un nodo), estas prioridades se darán con mayor detalle más adelante, pero para este caso en particular lo que implica es que no es aún crítico debido a que no presenta degradación del servicio y aún tiene servicio el nodo debido a que las baterías están dando el respaldo. Cuando el tiempo de las baterías están por agotarse y la móvil de mantenimiento llega y conecta el nodo a una planta eléctrica la prioridad aún se mantiene en tres, en el caso que no haya como soportar con la planta eléctrica la falla cambia de una prioridad 3 a una prioridad (NOC, 2008).

En la gerencia técnica Costa, este procedimiento aplica para los dos contratistas que se encuentran operando en la regional Costa que corresponde al aliado CONECTAR y el aliado SICTE. El primero, tiene su zona de influencia en el norte de la región (Barranquilla Norte,

⁵⁶ Manual gestionar incidente y dar soporte técnico fuentes de poder fluido eléctrico BOSS soluciones fijas. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

Puerto Colombia, Magdalena, Cesar y Guajira) y el segundo en la zona sur de la región (Barranquilla Sur, Soledad, Bolívar, Sucre y Córdoba). Ambas operaciones tienen sus móviles de red externa los cuales trabajan en cuatro turnos los cuales llamaremos turnos A (6am a 2pm), B (2pm a 10pm), turnos C (10pm a 6am) y D (8am a 12pm y 2pm a 6pm) y los cuales cada móvil se describe con una furgoneta con sus herramientas, escalera y en este caso la herramienta más importante para mitigar la problemática de este documento que es la planta eléctrica. Por lo que la cantidad de móviles con sus respectivos turnos por aliado se muestran en la Tabla 19:

Turno	SICTE			CONECTAR				total plantas electricas x turno ambos aliados
	cantidad de moviles		Plantas Elec.	cantidad de moviles			Plantas Elec.	
	3T(Furgón)	2T (Furgón)		3T(Furgón)	2T (Furgón)	1T (Moto)		
A	1	4	5	2	3	-	5	10
B	1	4	5	2	3	-	5	10
C	1	-	1	2	-	-	2	3
D	-	-		-	-	1	0	0

TIPO DE MOVIL	DESCRIPCION
Movil 3T	un vehiculo que trabaja a 3 jornadas (8 horas)
Movil 2T	un vehiculo que trabaja a 2 jornadas (8 horas)
Movil 1T	un vehiculo que trabaja a 1 jornadas (8 horas)

Tabla 19. Cantidad de móviles por turno y su capacidad con plantas eléctricas.⁵⁷

Los aliados solo pueden trabajar en las zonas que le corresponden el cual tiene una gran desventaja que se explicara a continuación a modo de ejemplo. Supongamos que el sector de Barranquilla Norte tiene una afectación de cinco nodos simultáneos por ausencia de energía eléctrica, las móviles en este caso de SICTE se desplazan al sitio para soportar con planta eléctrica las fuentes de suministros de esos nodos y estas logran sobrellevar el inconveniente ocupando toda la capacidad de móviles que tiene este aliado. Si en caso tal llega a haber otro nodo afectado por ausencia de energía eléctrica y no puede ser atendido por este aliado, el aliado CONECTAR que se encuentra en la zona sur de Barranquilla no puede apoyar en esa zona a pesar de que tenga capacidad para hacerlo ya que no es su jurisdicción. Esto incurre que

⁵⁷ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

en verdad la capacidad de la ciudad se encuentre segmentada y a pesar de que la capacidad total de ambos aliados para poder solventar un problema masivo es de 10 plantas, solo se tiene 5 por cada zona por lo que la efectividad drásticamente cae a la mitad si el problema es únicamente de un solo sector.

Esta situación actualmente de soporte no se puede cambiar a menos que se cambien los contratos actuales que tiene cada aliado, el cual es un proceso largo y tedioso y podría cambiar netamente la forma de operar de ambas contratistas. Lo que si es viable y que puede ser materia de estudio dentro de las soluciones es implementar una móvil con un tercer aliado netamente para el tema de fuentes el cual sería objeto de estudio para ver si es viable su implementación.

3.2.2.4. Indicadores Operacionales.

En esta parte de la situación actual, se analizarán los indicadores de mantenimiento de media tensión de ELECTRICARIBE E.S.P y de indisponibilidad de la organización de telecomunicaciones con tecnología HFC. Se realizará una correlación correspondiente de ambos indicadores para determinar cuáles son las causas reales de ELECTRICARIBE E.S.P. que influyen en los nodos

3.2.2.4.1. Indicador de indisponibilidad de empresa de telecomunicaciones

En el área de red externa y no solo en esta área el foco actual de la compañía es poder disminuir la indisponibilidad del servicio. En todos los comités ya sea gerencia y de dirección incluso desde la presidencia, se encuentra enfocado al cliente. Por lo que para la compañía el indicador de indisponibilidad es pilar fundamental para el plan estratégico. Como se comentó en capítulos anteriores, la zona Costa tiene el 43% de la indisponibilidad del país, incluso por encima del regional centro que tiene el doble de usuarios en la zona Costa que si se compara matemáticamente la infraestructura es del doble de tamaño lo cual tiene mayor cantidad de puntos de falla y aun así no supera la indisponibilidad de la Zona Costa.

Pero antes de comenzar con el análisis se explicará brevemente como es el proceso de medición del indicador de indisponibilidad. El indicador de indisponibilidad mide el tiempo de la falla (tiempo final - tiempo inicial) y ese tiempo se convierte en horas, cada falla es nombrada en la organización como “avisos de coaxial y potencial” o “avisos de fibra”, dependiendo de que segmento de la red se encuentra afectado (SISTEMA DE INFORMACIÓN, 2016). Cada falla tiene un tiempo particular de ausencia de servicio que dependerá del tipo de causa que esté presentando en la red, por ejemplo, no es lo mismo el tiempo de atención de un nodo óptico que es un equipo fundamental en la red a un tap de distribución que corresponde a un dispositivo menor. El primer equipo tiene la cobertura de distribución de señal de 600 a 700 HHPP (casas) el segundo tiene como máximo 8 HHPP. Por lo que el nodo es un activo fundamental en la red el cual debe ser atendido más rápido que el otro tipo de fallas.

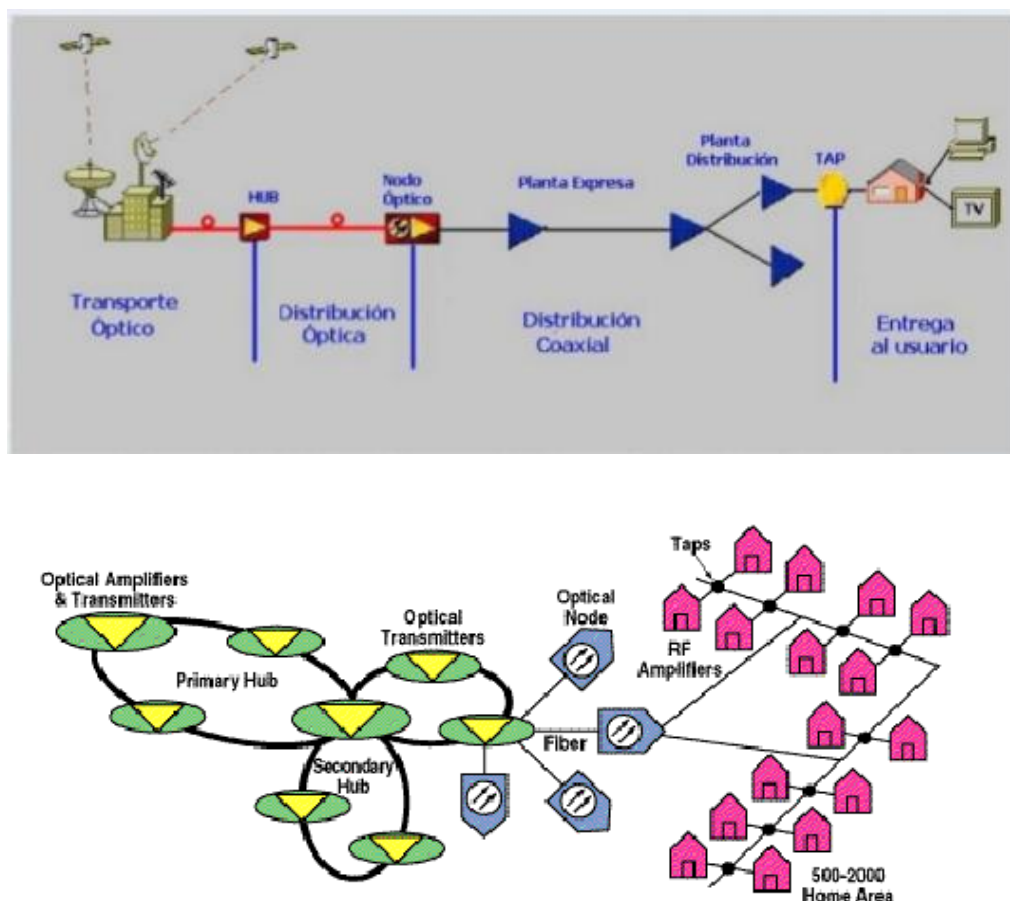


Ilustración 19. Segmento detallado de una red HFC y su cobertura.

Por lo que las fallas se dividen en prioridades dependiendo de la cantidad de usuarios que se afectan, al observar la Ilustración 19, El segmento de red de origen se encuentra en la parte izquierda al inicio del grafico que es “transporte”. Este, es el segmento de la red puede afectar con mayores horas de indisponibilidad si se presenta una falla y en la derecha final al final del grafico tenemos el tap, el cual genera poco impacto en términos de indisponibilidad a los usuarios. Las fallas de origen a pesar de que son las que podrían afectar un país o una ciudad, no son muy comunes ya que se encuentran en edificios o estructuras demasiados especializadas que tienen todos los elementos suficientes de mitigación en términos de energía, estructura inclusive contra desastres ambientales. Se centrará solamente en los avisos relacionados al segmento de coaxial y potencia.

La organización tiene los avisos clasificados en dos tipos de avisos los correctivos (Z1) y los preventivos (Z2), Los Z1 que son los que nos interesan en nuestro análisis están divididas en macro causas, causas específicas y por último en prioridades que se encuentran en los OLAs. La tabla de prioridades depende la urgencia y del impacto correspondiente como se puede ver en la Tabla 20 (NOC, 2008):

URGENCIA	
TIPO	Red que soporta internet, televisión y telefonía
ALTA	Ausencia en su totalidad en el nodo, por daños de activos en la red (nodos, tarjetas Tx o Rx, fusibles, fuentes, etc) o ausencia en el fluido eléctrico o afectación de fibra óptica que involucre uno o mas dispositivos. Sin señal por lo menos en uno de los servicios, o el backup de un activo o enlace no lo respalda.
MEDIA	Degradación parcial del servicio, los equipos conmutan y soportan parte de la operación, atenuaciones de fibra óptica, ruido en espectro de retorno, saturación de activos y UP si es por ruido.
BAJA	No hay afectación del servicio, se cuenta con respaldo, se evidencian eventos que podrían convertirse en incidentes, nodo soportado por baterías, conmutación de switch óptico. El backup de un activo entra a respaldar si generar degradaciones. Se presenta alarma en la gestión y se confirma que no esta generando afectación.

IMPACTO	
TIPO	VARIABLE (CANTIDAD DE CLIENTES)
ALTA	Numero de clientes residenciales con afectación mayor a 100 o 10 clientes PYMES
MEDIA	Numero de clientes residenciales con afectación mayor a ≥ 10 o ≤ 100 o un cliente PYME
BAJA	Para callcenter afectación focalizada ≥ 3 y ≤ 9 clientes residenciales para operación mínima un cliente

Impacto	Urgencia		
	Bajo	Medio	Alto
Alto	3	2	1
Medio	4	3	2
Bajo	5 (Solicitudes o Revisiones por Ruido)	4	3

Tabla 20. Tabla de urgencia, Tabla de impacto y Matriz Urgencia Vs impacto⁵⁸.

Cabe aclarar que el indicador de indisponibilidad tiene en cuenta los avisos Z1 en las prioridades 1, que corresponde a las afectaciones masivas con atención inmediata. Por lo que al observar el indicador de indisponibilidad actual tenemos lo siguiente (ver Ilustración 20):

⁵⁸ Proceso e instructivo de escalamiento por NOC. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

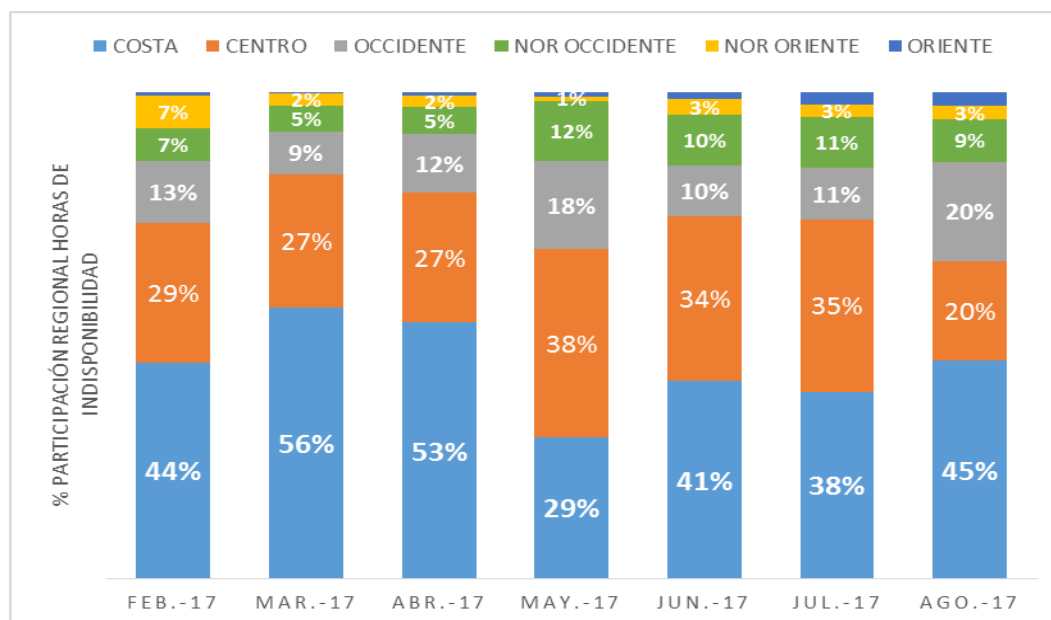


Ilustración 20. Tendencia de indicador de indisponibilidad a agosto del 2017.⁵⁹

Por lo que la regional Costa sigue liderando la tendencia de indisponibilidad con respecto a las demás regionales del país, al observar las macro causas, se puede encontrar la siguiente repartición (ver Ilustración 21):

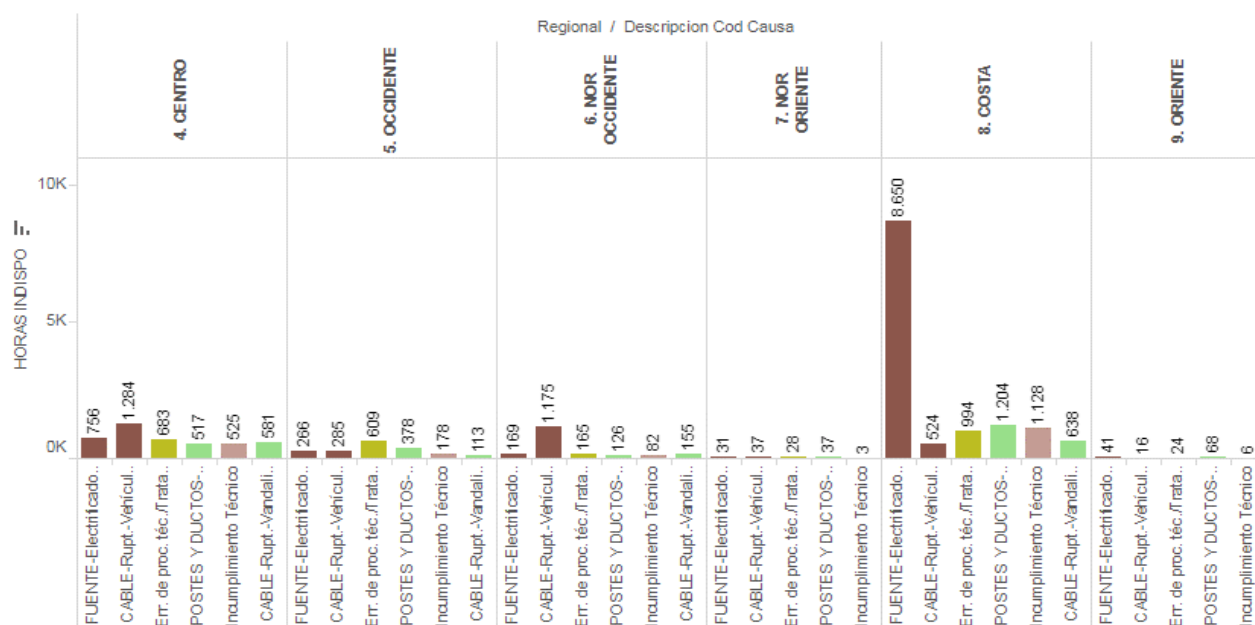


Ilustración 21. Causas de indisponibilidad por región⁶⁰

⁵⁹ Base de mantenimiento de avisos red externa a Agosto 2017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

⁶⁰ Base de mantenimiento de avisos red externa a Agosto 2017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

La causa más alta corresponde a fuentes de poder por ausencia de energía eléctrica en la regional Costa por parte de ELECTRICARIBE. Con un total de 8.650 horas en el año 2017, y que además es la causa con mayor impacto con respecto al resto de regionales corresponde a un 20% de participación con respecto al total de horas de indisponibilidad a nivel país.

PORCENTAJE PART.ACUMULADA HORAS DE INDISPONIBILIDAD	
REGIONAL	Ene a Ago 2017
Costa	50%
Centro	33%
Occidente	13%
Nor Occidente	3%
Nor oriente	1%
TOTAL	100%
% PART FUENTES/TOTAL INDISP.	20%

Tabla 21. Participación nacional de indisponibilidad y % de afectación electrificadora⁶¹

Por lo que se toma la cantidad de horas de indisponibilidad por causa de Electricaribe por nodo y se observa que departamento es el que tiene la mayor cantidad de participación, el cual se puede observar en la Ilustración 22

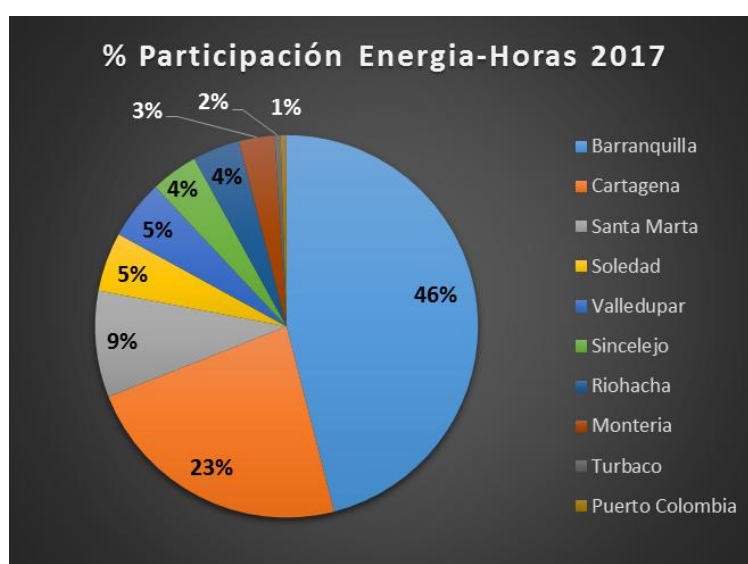


Ilustración 22. Participación de afectación por ausencia de energía por ciudad⁶².

⁶¹ Base de mantenimiento de avisos SAP de red externa, Ago. 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

⁶² Base de mantenimiento de avisos SAP de red externa, Ago. 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

La ciudad de Barranquilla lidera la participación de afectación en horas de indisponibilidad por ausencia de energía eléctrica con el 46% de indisponibilidad por esta causa. Al unir el departamento del atlántico, que corresponde a Barranquilla, Soledad y Puerto Colombia tendríamos un total de participación en horas de indisponibilidad del 51, 8% del total de la zona Costa. Por lo que nos centraremos en estas 3 ciudades ya que además de tener la mayor cantidad de horas de indisponibilidad también es la que tiene mayor cantidad de usuarios y casas pasadas (HHPP).

Al contabilizar la cantidad de nodos y tipificar su afectación en rangos en horas de indisponibilidad, se tiene la siguiente tipificación (Tabla 22):

CANTIDAD DE NODOS POR HORAS DE INDISPONIBILIDAD DESPUES DEL SOPORTE DE UN BANCO DE BATERIAS						
Ciudad	Menor a 4 horas	Entre 4 y 10 Horas	Entre 10 y 20 Horas	Mayor a 20 Horas	Total general	% PART DEPARTAMENTOS
Barranquilla	180	125	40	5	350	43%
Cartagena	66	40	10	11	127	16%
Santa Marta	85	35	1		121	15%
Monteria	39	7	2		48	6%
Soledad	17	26			43	5%
Sincelejo	34	4		3	41	5%
Valledupar	15	26			41	5%
Riohacha	18	11	2		31	4%
Puerto Colombia	6	1			7	1%
Turbaco	5	2			7	1%
Total general	465	277	55	19	816	100%
% PART HORAS	57%	34%	7%	2%	100%	

% CANTIDAD DE NODOS POR HORAS DE INDISPONIBILIDAD DESPUES DEL SOPORTE DE UN BANCO DE BATERIAS						
Ciudad	Menor a 4 horas	Entre 4 y 10 Horas	Entre 10 y 20 Horas	Mayor a 20 Horas	Total general	% PART DEP/TOTAL COSTA
Barranquilla	51,4%	35,7%	11,4%	1,4%	100,0%	43%
Cartagena	52,0%	31,5%	7,9%	8,7%	100,0%	16%
Santa Marta	70,2%	28,9%	0,8%	0,0%	100,0%	15%
Monteria	81,3%	14,6%	4,2%	0,0%	100,0%	6%
Soledad	39,5%	60,5%	0,0%	0,0%	100,0%	5%
Sincelejo	82,9%	9,8%	0,0%	7,3%	100,0%	5%
Riohacha	58,1%	35,5%	6,5%	0,0%	100,0%	4%
Puerto Colombia	85,7%	14,3%	0,0%	0,0%	100,0%	1%
Turbaco	71,4%	28,6%	0,0%	0,0%	100,0%	1%
Total general	57,0%	33,9%	6,7%	2,3%	100,0%	100%

Tabla 22. Cantidad de nodos por horas de indisponibilidad después del soporte⁶³.

⁶³Base de mantenimiento de avisos SAP de red externa, Ago. 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

Se aclara que esta métrica es posterior al soporte es de 5,1 horas dado por las baterías que actualmente tiene cada fuente para mitigar la ausencia de energía eléctrica. Por lo que se puede observar que la mayor concentración de nodos con problemas de soporte también se encuentra en el departamento del atlántico (Barranquilla, Soledad y Puerto Colombia) con un 49% (400) del total de los nodos de la zona Costa. Como se nombró anteriormente los rangos predominantes son entre 2, 9 horas a 4 horas y de 4 horas a 10 horas. Por lo que hacer una solución que soporte 12 horas posterior al suministrado por el banco de baterías podría mitigar en un 90,9% el problema a nivel Costa, pero en el departamento del Atlántico sería de un 88,8% lo cual se podría ver en la Tabla 23:

CANTIDAD DE NODOS POR HORAS DE INDISPONIBILIDAD DESPUES DEL SOPORTE DE UN BANCO DE BATERIAS						
Ciudad	Menor a 4 horas	Entre 4 y 10 Horas	Entre 10 y 20 Horas	Mayor a 20 Horas	Total general	% PART DEPARTAMENTOS/ COSTA
Barranquilla	180	125	40	5	350	43%
Soledad	17	26			43	5%
Puerto Colombia	6	1			7	1%
Total general	203	152	40	5	400	49%

CANTIDAD DE NODOS POR HORAS DE INDISPONIBILIDAD DESPUES DEL SOPORTE DE UN BANCO DE BATERIAS						
Ciudad	Menor a 4 horas	Entre 4 y 10 Horas	Entre 10 y 20 Horas	Mayor a 20 Horas	Total general	% PART DEP/TOTAL COSTA
Barranquilla	51,4%	35,7%	11,4%	1,4%	100,0%	43%
Soledad	39,5%	60,5%	0,0%	0,0%	100,0%	5%
Puerto Colombia	85,7%	14,3%	0,0%	0,0%	100,0%	1%
Total general	50,8%	38,0%	10,0%	1,3%	100,0%	49%

Tabla 23. Cantidad de nodos por horas de indisponibilidad después del soporte en Atlántico⁶⁴

Para validar la concentración de los nodos por estos rangos, se georreferenciaron estos en un mapa de Barranquilla, puerto Colombia y Soledad teniendo el siguiente resultado que se muestra en la Ilustración 23.

⁶⁴Base de mantenimiento de avisos SAP de red externa, Ago. 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

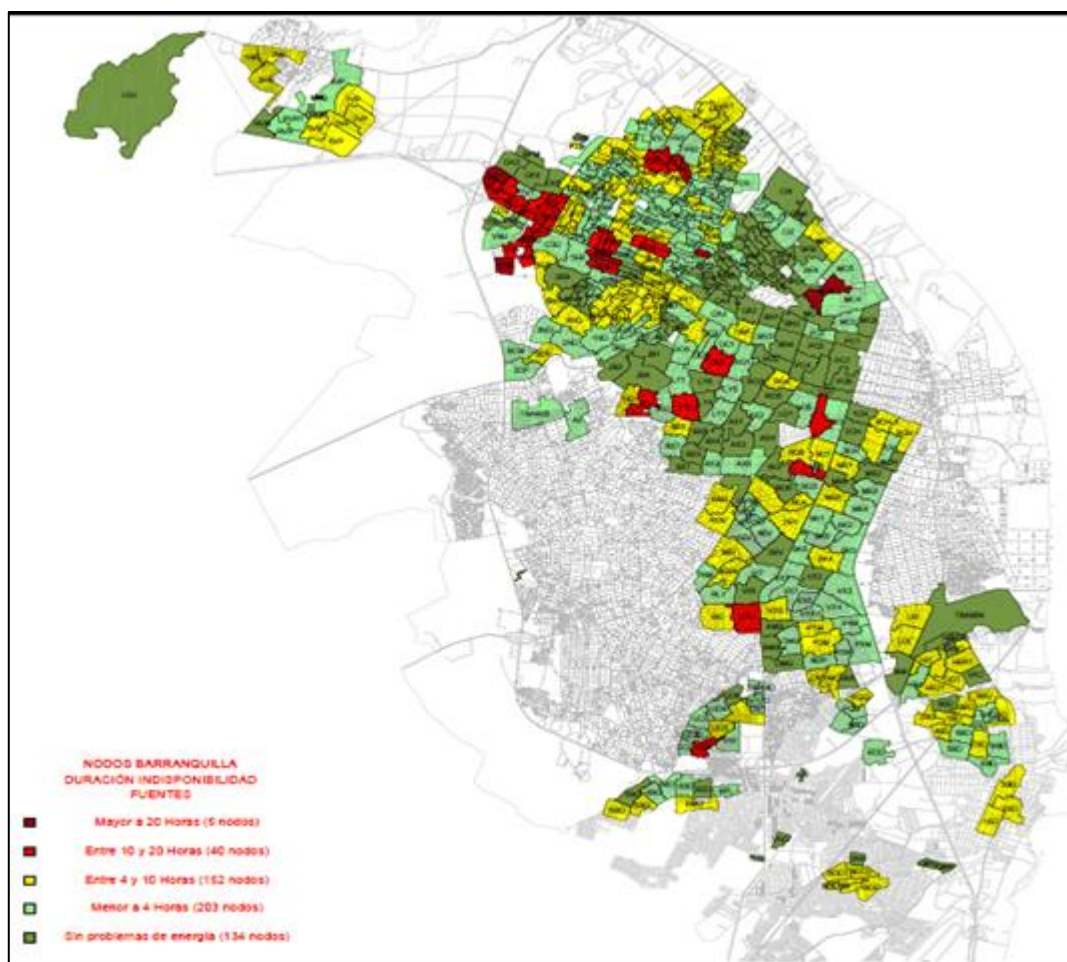


Ilustración 23. Georreferenciación de nodos por fuentes ciudad Barranquilla⁶⁵

Al visualizar el mapa de los nodos afectados, se observa que hay una concentración por encima de 10 horas de indisponibilidad en el norte de la ciudad de Barranquilla. El rango entre 4 a 10 horas tiene una concentración en Adelita de Char, Villa campestre, Noreste, Noroccidente de la ciudad de Barranquilla y en los nodos al sur occidente de soledad. El rango entre 2,9 horas y menor a 4 horas se encuentra distribuido de forma equitativa por toda la ciudad el cual corresponde al 50, 8% de las fuentes.

Por lo que se puede generar soluciones para cada uno de los rangos antes planteados, pero teniendo en cuenta que el límite máximo para la solución es de 12 horas y que no

⁶⁵Base de mantenimiento de avisos SAP de red externa, Ago. 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

necesariamente puede ser una única solución sino una mezcla de soluciones dependiendo de la ubicación y necesidad por el rango de horas de indisponibilidad que presenta cada nodo.

La conclusión de esta etapa son las siguientes:

- La tecnología actual de un banco de baterías no es idónea para la zona Costa ya que su capacidad en horas no ha logrado mitigar 8.650 horas de indisponibilidad del servicio ya que su autonomía no es suficiente porque aún se presenta indisponibilidad de servicio. Según los indicadores operacionales se requiere una solución que logre aumentar a 12 horas adicionales de autonomía para poder mitigar en un 88,8% el problema de ausencia de energía eléctrica en la ciudad de Barranquilla.
- Las baterías deben estar siempre en condiciones óptimas ya sea en tiempo y forma de almacenamiento para obtener un tiempo adecuado de autonomía. Si estas condiciones no se cumplen la carga de las baterías se encontrarán al 75% de su capacidad disminuyendo en un 25% los tiempos actuales de autonomía.
- A pesar de tener 10 plantas eléctricas de ACPM entre los dos contratistas para la ciudad de Barranquilla, la limitación de sus zonas de influencia no permite que esta capacidad de plantas se explote a su máximo potencial de mitigación ante el problema.

En la siguiente etapa se definirían los requisitos mínimos que debe contener la solución para que sea aceptada por la jefatura de red externa como la gerencia técnica.

3.2.3. ETAPA 3: Definición De Requisitos Del Sistema

En esta etapa de definirá cuales son los requisitos mínimos que debe tener la solución a plantear. Por medio de sesiones de trabajo se logró identificar y catalogar 6 grupos de requisitos que debe contemplar cada solución y que son las más importantes para que sean aceptadas por la gerencia técnica de Costa.

3.2.3.1. Análisis de requisitos

Como se comentó anteriormente, los requisitos están en 6 grupos los cuales se nombran a continuación:

- Requisitos de seguridad
- Requisitos de funcionamiento eléctricos
- Requisitos de material de construcción
- Requisitos mecánicos
- Requisitos de refacciones
- Requisitos de protección ambiental

Las soluciones deben ser evaluadas con respecto a estos grupos para determinar su cumplimiento. Los requisitos son generales y el objetivo es que las soluciones planteadas cumplan con la mayor cantidad de requerimientos exigidos.

3.2.3.2. Requisitos de seguridad

La jefatura de mantenimiento de red externa definió 5 sub requisitos en este grupo con asesoría del personal de interventoría en terreno y con el área de seguridad con el fin de disminuir hurtos y fraudes. La solución debe cumplir con los siguientes ítems si aplica (Tabla 24):

GRUPO	REQUISITO
Seguridad	1.Cerradura con llave única manejada por personal de interventoría
	2.Implementacion de Brazo de seguridad de baterías por Banco
	3.Implementacion de Brazo de seguridad del Inversor
	4.Implementación AlphaGuard con Arnés según número de bancos de Baterías
	5.Alcance de manipulación básica por parte de móviles de planta externa
	6.Proteccion para manipulación de Terceros
	7.Se permite colocar aseguramientos como candados, guayas u otro tipo de soluciones
	8. Se requiere un Vehículo con ubicaciones de almacenamiento para cada planta, que brinde fijación de las máquinas. Metodología de fijación a poste durante soporte de planta. Un Técnico por cada planta que brinde seguridad y monitoreo.

Tabla 24. Requisitos de seguridad

El primer requisito es si la solución se encuentra dentro de algún tipo de protección (gabinetes, cámaras subterráneas, etc.) debe tener una cerradura con llave única. Esta última solo debe ser manejada por interventoría de personal directo de la organización. El segundo y tercer requisito están relacionados a soluciones donde se contengan bancos de baterías adicionales donde existen elementos de amarres para asegurar las baterías contra todo tipo de hurtos. El quinto punto consiste en un dispositivo que su función es monitorear el estado y conexión de las baterías la cual genera todo tipo de alarmas al centro de control de operación con respecto a funcionamiento como de ausencia de estas. Los puntos 6 y 7 corresponden a protecciones de manipulación por terceros y si permite colocar aseguramientos como guayas, candados u otro tipo de aseguramientos que permita proteger la solución que se piensa implementar. Por último, si la solución no es un dispositivo sino algún proceso o cambio de la forma de gestión de las cuadrillas como se comentó anteriormente con el esquema de turnos, se requiere de un personal exclusivo para seguridad y monitoreo por cada planta eléctrica que se coloque en terreno para soportar la operación de las fuentes de poder mientras se restablece el servicio de energía eléctrica de la zona.

3.2.3.3. Requisitos de funcionamiento eléctrico

Los dispositivos de las soluciones deben tener estos requerimientos mínimos de funcionamiento eléctrico para que pueda ser implementado en la fuente de poder de la red HFC. Por lo que se definieron 6 sub requisitos para el cumplimiento del grupo eléctrico como se observa en la Tabla 25.

GRUPO	REQUISITOS
Eléctricos	1. Gabinete con alojamiento para protecciones eléctricas y Cables.
	2. Gabinete debe estar aterrizado (SPT Hidrosolta)
	3. Capacidad según diseño eléctrico de "Clúster de Potencia", # PS q alimentará
	4. Sistema de puesta a tierra independiente balanceada con el sistema de puesta a tierra de la red HFC
	5. Capacidad máxima es de 4 KVA
	6. Freq 60 Hz, Salida 120 V - 15 A

Tabla 25. Requisitos de parámetros de funcionamiento eléctrico

Las soluciones deben tener al menos espacios para alojamiento de protecciones eléctricas y cables para un buen funcionamiento eléctrico como para un reconocimiento oportuno y seguro del personal de red externa al momento de manipulación. Todos los equipos a utilizar deben estar aterrizado con sistemas a tierra con hidrosolta y deben ser independientes de los sistemas a tierra de los equipos que se encuentran ya instalados en la red HFC. La capacidad máxima de los equipos a implementar es de 4 KVA, se colocó este requerimiento a un posible cambio de conexión del tipo de red, de baja a media tensión donde los transformadores a utilizar no pueden pasar de máximo de esta carga eléctrica. Por otra parte, la salida de suministro de energía eléctrica de las soluciones debe ser con una frecuencia de 60 Hertz a 120 voltios y una corriente máxima de 15 amperios.

3.2.3.4. Requisitos de material de construcción.

El material que se debe utilizar en las soluciones a proponer debe ser resistente, inoxidable, preferiblemente de aluminio, aunque puede ser de otro material que cumpla con esos requerimientos. Los elementos que se coloquen deben ser de marcas reconocidas, que no tenga sulfataciones aceleradas y que a su vez tengan un soporte técnico del proveedor. Se evidencia los requisitos en la Tabla 26:

GRUPO	REQUISITO
Material	1.Metal Inoxidable, preferiblemente Aluminio
	2.Metal, alta protección a derrames líquidos / Sulfatación
	3.Marca Reconocida - Buen soporte Técnico

Tabla 26. Requisitos de parámetros de funcionamiento eléctrico

3.2.3.5. Requisitos mecánicos

Estos requisitos solo aplican si las soluciones tienen algún tipo de protección por gabinete, ya que los gabinetes o encerramiento al colocar fuentes de poder, se concentra una alta radiación de temperaturas de estos y por ende se requiere rejillas de ventilación o extractores de calor para mantener una temperatura óptima para su funcionamiento. También

debe haber elementos mecánicos que facilite la operación del personal del mantenimiento de red externa. Los requisitos se pueden observar en la Tabla 27:

GRUPO	REQUISITO
Mecánicos	1.Bandejas para Baterías
	2.Rejillas ventilación/Extractor

Tabla 27. Requisitos funcionamiento mecánico

Si la implementación es por medio de gabinetes, es necesario que tengan una bandeja extraíble para poder reemplazar las baterías de forma rápida, así como rejillas de ventilación o aperturas que permitan colocar extractores de calor para mantener la temperatura interna de manera adecuada para un buen funcionamiento.

3.2.3.6. Requisitos de refacciones y reservas

El objetivo de este tipo de requisito es que los componentes de la solución se puedan obtener de manera fácil y que se encuentren dentro del mercado local o nacional. Dentro de este grupo se requiere que las refacciones se puedan obtener dentro de la maestra de materiales actual en el caso tal que no, que se puedan incluir dentro de esta para ser de fácil solicitud en los mantenimientos. Adicional que se logre incluir dentro de las rutinas de mantenimiento ya sean preventivos o cíclicos y que se pueda medir por número de horas de uso. Dentro de las soluciones debe haber un lugar o que el equipo tenga la capacidad de mantener una reserva de combustible para su funcionamiento. Los requisitos de este tipo se pueden observar en la Tabla 28:

GRUPO	REQUISITO
Refacción/reservas	1.Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solución)
	2.Se encuentra o que permita Inclusión dentro de Maestra de materiales
	3.Se logre incluir dentro de Rutinas de Mantenimiento preventivos/ Cíclicos
	4.Móviles/solución tengan Reserva de combustible adicionales
	5.Que se logre identificar mantenimiento Preventivo por # de Horas de USO

Tabla 28. Requisitos de refacciones y reservas

3.2.3.7. Requisitos de protección ambiental

En este tipo de requisitos define el grado de protección que debe tener la solución como los rangos de funcionamiento mínimos que debe tener los equipos de la solución propuesta a

nivel de temperatura. La zona Costa, tiene un fuerte clima corrosivo debido a su alta salinidad en el medio ambiente, además de lo comentado anteriormente si la solución contempla baterías adicionales estos deben trabajar en rangos de temperatura inferiores a 40°C para que la vida útil sea la adecuada y para que contenga los niveles de energía de carga. Adicional se requiere grado de protección IP56 que consiste en protección contra polvo y chorros muy potentes de agua debido a la formación de arroyos e inundaciones en varios sectores en la ciudad de Barranquilla. Las soluciones deben cumplir al menos con la mayoría de los siguientes requisitos en la Tabla 29:

GRUPO	REQUISITO
Protección ambiental	1.tenga Grado de protección IP56
	2.Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores
	3.Soluciones con gabinete máxima temperatura en interior permitida 37°C
	4.Soluciones con gabinete Mínima temperatura interior permitida 0°C
	5.Soporte humedad relativa 78% a 84%

Tabla 29. Requisitos de refacciones y reservas

Cada solución que se piensa plantear debe por lo menos cumplir en gran proporción de los requisitos antes expuestos ya que estarían acorde con lo que se requiere. Los requisitos son generalizados para no sesgar las propuestas de solución y habrá requisitos que no apliquen para todos los tipos de solución debido al tipo de tecnología o por ser soluciones de carácter administrativas.

3.2.4. ETAPA 4: Estudio Y Valoración De Las Alternativas De Solución

En esta etapa de la metodología, se preselecciona las alternativas de solución y se describen cada una de ellas. Durante varias sesiones de trabajo el grupo de primario genero una lluvia de ideas y salieron las siguientes soluciones para ser luego evaluadas si cumplen o no con las restricciones y requisitos que se describieron anteriormente.

Se tuvo en cuenta soluciones alcanzables ya sea de carácter técnicos como propuestas administrativas. Las propuestas para la realización de una preselección las siguientes:

- Instalación de doble banco de baterías

- Instalación de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías
- Móvil exclusiva para fuentes de poder.
- Migración de fuentes de poder a estaciones bases de telefonía celular
- Sustentación eléctrica a través de paneles solares

Se hará una descripción de cada una de las soluciones y se evaluará si cumple o no los requisitos y restricciones planteadas anteriormente.

3.2.4.1. Instalación doble banco de baterías

Este tipo de solución consiste en un banco adicional de baterías conectado a la fuente con su propio gabinete el cual suministra horas de autonomía dependiendo de la carga de energía eléctrica que soporta la fuente. Los bancos de bacterias están compuestos de 3 baterías, un doble banco consiste en dos bancos de baterías conectado en paralelo, pero las baterías que conforman el banco se encuentran conectadas en serie. Este diagrama de conexión se puede observar en la ilustración 24 y su forma física e ubicación se pueden observar en la Ilustración 25.

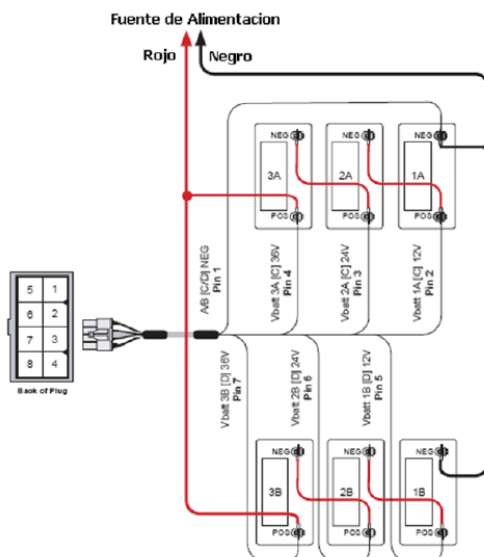


Ilustración 24. Diagrama de conexión de un doble banco de baterías⁶⁶

⁶⁶ http://broadband.alpha.com/download/outside_plant_power/alphacell_batteries/gxl/user_guide_sp.pdf



Ilustración 25. Doble banco de batería instalado en la ciudad de Barranquilla.

La organización solo compra dos tipos de baterías las ALPHACELL HP y las RELAYANCE. Estos dos tipos de baterías son las mejores en el mercado para el tipo de tecnología HFC. Al hacer el análisis o estudio de esta solución, se tomó los 400 nodos y se convirtió las cifras a fuentes de poder. Esto se realiza debido a que hay nodos con coberturas de 1200 a 1600 casas que se necesitan de dos fuentes para poder funcionar y hay clúster (4 nodos) que funcionan con una sola fuente. Por lo que al convertir las horas de indisponibilidad por carga de energía por fuente se tiene lo siguiente:

CANTIDAD DE NODOS POR HORAS DE INDISPONIBILIDAD DESPUES DEL SOPORTE DE UN BANCO DE BATERIAS							
RANGO DE CARGA DE LA FUENTA	Autonomia actual banco x carga (horas)	Menor a 4 Horas	Entre 4 y 10 Horas	Entre 10 y 20 Horas	Mayor a 20 Horas	TOTAL	% PART FUENTES POR TIPO DE CARGA
1 a 4 Amp	8,2	5	1			6	2%
4 a 6 Amp	8,2	31	25	4		60	23%
6 a 8 Amp	5,2	57	38	13	3	111	43%
8 a 10 Amp	3,8	30	28	6		64	25%
10 a 12 Amp	3,0	9	4	1		14	5%
Mayor a 12 Amp	2,4	2	1			3	1%
TOTAL	5,1	134	97	24	3	258	100%
% PART FUENTES		52%	38%	9%	1%	100%	

Tabla 30. Cantidad de fuentes por horas de indisponibilidad después del soporte en Atlántico x cantidad de carga que soporta la fuente⁶⁷

⁶⁷Base de mantenimiento de avisos SAP de red externa, Ago. 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

Los 400 nodos en donde se presenta indisponibilidad después de la autonomía de la fuente, representan 258 fuentes de poder. Donde el 90% de las fuentes se encuentran dentro de los rangos de indisponibilidad de servicio hasta máximo 10 horas posterior de las horas de autonomía del primer banco de baterías. Para conocer la efectividad de colocación de un segundo banco de baterías que corresponde a colocar 3 baterías adicionales para un total de 6 baterías por fuente, se convirtió los valores de autonomía de la Tabla 17 en horas y se comparó estos tiempos por fuente con los tiempos promedios de indisponibilidad por fuente. Si el valor de la autonomía del doble banco de baterías es superior al promedio de tiempo de indisponibilidad de esa fuente se da por entendido que mitiga el problema. Por consiguiente, al realizar el ejercicio anterior, se tiene el resultado que se observa en la Tabla 31.

CANTIDAD DE FUENTES QUE SE SOLUCIONAN CON IMPLEMENTACIÓN DE DOBLE BANCO DE BATERÍAS				
RANGO DE CONSUMO	Autonomía propuesto con doble banco (horas)	Menor a 4 Horas	Entre 4 y 10 Horas	TOTAL
1 a 4 Amp	17,35	5	1	6
4 a 6 Amp	17,35	31	23	54
6 a 8 Amp	11,2	57	17	74
8 a 10 Amp	8,4	30	6	36
10 a 12 Amp	6,7	8		8
Mayor a 12 Amp	5,5	1		1
TOTAL	11,1	132	47	179

Tabla 31. Cantidad de fuentes que se solucionan por rango de horas de indisponibilidad con implementación de doble banco de baterías.

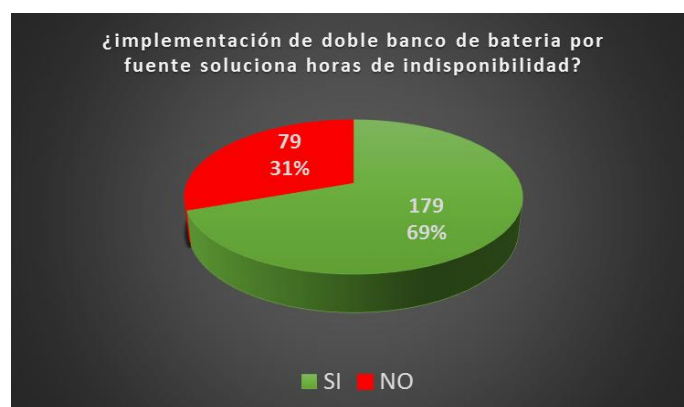


Ilustración 26. Efectividad de solución de doble banco de baterías en fuentes indisponibles en horas de servicio por ausencia de energía eléctrica⁶⁸

⁶⁸Se compara el tiempo de autonomía de la solución versus tiempo indisponibilidad + Autonomía actual del primer banco. actual para validar si la efectividad de la solución. De los autores.

Como se observa en la Ilustración 26, con esta solución se lograría mitigar 179 fuentes de poder de las 258 fuentes con horas de indisponibilidad de servicio. Por lo que tiene una efectividad de 69,3% lo cual es una buena efectividad de solución para el problema.

Al validar si cumple las restricciones y requisitos planteados por la jefatura de mantenimiento de red externa se tiene el siguiente resultado que se observa en la Tabla 32:

ETAPA	ACTIVIDAD	RESTRICCION	DESCRIPCIÓN	DOBLE BANCO DE BATERIA	
1. RESTRICCIONES	1.1 RESTRICCIONES TÉCNICAS Y OPERATIVAS	Dimensión de equipos en infraestructura de UFINET	Tamaño máximo: altura de 54 cm, ancho de 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg	NO	
		Instalación de equipos nuevos en infraestructura de UFINET	un aparato por poste/torre, y su ubicación igualmente deberá estar bajo cable o cables de comunicaciones	NO	
		Ubicación de accesorios y equipos auxiliares en infraestructura de UFINET	Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal serán fijados por debajo del cable de comunicaciones sobre el propio poste	SI	
		Cantidad de equipos de telecomunicaciones en infraestructura de UFINET	Sólo se permitirá la instalación de una caja de empalme, caja o equipo por poste/torre. En ningún caso se permitirá la instalación de cualquiera de estos elementos en el caso que exista ya un elemento de esta naturaleza	NO	
		Instalación de equipos en Infraestructura con elementos de electricaribe	No se permite la instalación de equipos, reservas de cables, cajas de empalme y cualquier otro elemento que impida la libre operación de los equipos gestionados por ELECTRICARIBE en este tipo de postes	SI	
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones en cruce de vías	En los casos de cruce de vías, se deberá conservar una distancia mínima de seguridad, de acuerdo con lo establecido en las tablas del RETIE	SI	
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones en espacio público	1.estructuras con alturas inferiores a (12) metros lineales, podrán instalarse en zonas distritales o espacios públicos 2. alturas mayores a doce (12) metros e inferiores a dieciocho (18) metros, dichas estructuras únicamente podrán localizarse en zonas y espacios públicos complementarios al subsistema vial 3.superiores a los dieciochos (18) metros, únicamente podrá instalarse en parques, plazas y plazoletas	SI	
		Cantidad de equipos estructurales en espacios públicos	máximo de dos (2) unidades por frente de manzana. En el caso de espacios y zonas verdes, se podrá instalar un máximo de dos (2) unidades de dichos elementos estructurales de soporte por cada 1000m2de superficie, en áreas menores únicamente una unidad	SI	
		Cesión de infraestructura instalada en casos de construcción por un operador de telecomunicaciones	Los soportes o bases para la instalación del elemento receptor o transmisor de telecomunicaciones quedara cedido al distrito por el titular de la licencia, convirtiéndose el mencionado elemento en un bien de uso público por destinación	SI	
	1.2 RESTRICCIONES ECONOMICAS	facturación cantidad adicional posteria	k = Longitud máxima del elemento en cm (largo o ancho) / 10 cm k * Tarifa según tipo infraestructura empleada	SI	
		Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito de barranquilla	Franja 1 9 a 12 mts (1.2 SMMLV) Franja 2 12 a 15 mts (1, 7 SMMLV) Franja 3 15 a 18 mts (2,2 SMMLV) Franja Mayor a 18 mts (2,4 SMMLV)	SI	
		tipo de franja aplicable		FRANJA 1	
		CUMPLE LAS RESTRICCIONES			73%

Tabla 32. Cumplimiento de solución de doble banco de batería con respecto a las restricciones.

Esta solución tiene 3 restricciones que se logran cumplir lo cual da un cumplimiento de 73% con respecto al total de restricciones que se plantearon en la etapa 1 de la metodología. Se describen a continuación cuales son las restricciones que no se logran cumplir:

- **Dimensión de equipos de infraestructura de UFINET**, debido a que el equipo nuevo que se vaya a instalar en su infraestructura o poste, no debe superar un tamaño máximo de altura de 54cm, ancho 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg. Por lo que el doble banco como equipo adicional a la fuente tiene un peso de 108 Kg (30 Kg x 3 baterías y 18 Kg que pesa el gabinete), lo cual no cumpliría la restricción de peso máximo por poste que es 23 Kg. La altura del gabinete es de 322mm (32 cm), ancho del gabinete es 615mm (61,5cm) y una profundidad de 355mm (35,5cm) el cual sus dimensiones tampoco cumplirían con esta restricción.
- **Instalación y cantidad de equipos nuevos en UFINET**, no se cumpliría esta restricción debido a que se tiene que colocar un segundo gabinete debajo del principal. Este se puede considerar como un segundo equipo el cual infringe la restricción de un equipo por poste o torre.

Colocar el banco adicional de baterías, no se podría colocar en el poste según el contrato con UFINET. Pero existe una clausula en donde se puede evaluar con ellos su instalación en su infraestructura e instalarlos con su consentimiento o se podría instalarse sin consentimiento, pero existe un alto riesgo latente de ser identificados por UFINET y generar una inconformidad el cual el resultado podría ser la desinstalación de esta solución.

También se podría considerar colocar el banco de batería adicional en el poste consecutivo o anterior al de la fuente, pero la conexión de este con la fuente no se podría realizar debido a que este tipo de conexiones se realiza por medio de un kit de cables únicos con una distancia de 2 metros. Esto significa que el doble banco siempre tiene que colocarse en el mismo poste o infraestructura debajo de la fuente de poder lo cual limita su ubicación. Con respecto al resto de restricciones se cumplen en su totalidad, por lo que no se consideran riesgos latentes para esta solución.

Al ya validar las restricciones, se realiza también la validación de cumplimiento de los requisitos el cual consiste en determinar si el doble banco de baterías es el adecuado con lo definido con la jefatura de mantenimiento de red externa. Se observa el cumplimiento de los requisitos en la Tabla 33.

ETAPA	ACTIVIDAD	GRUPO	REQUISITO	DOBLE BANCO DE BATERIA	
5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	Seguridad	Cerradura con llave unica manejada X Interv.	SI	
			Implementacion de Brazo de seguridad de baterias X Banco	SI	
			Implementacion de Brazo de seguridad del Inversor	SI	
			Implementación AlphaGuard con Arnes según # de bancos de Baterias	SI	
			Alcance de manipulación basica por parte de moviles PE	SI	
			Proteccion para manipulacion de Terceros	SI	
			Se permittie colocar aseguramientos como candados, guayas u otro tipo de soluciones	SI	
		Eléctricos	Se requiere un Vehículo con ubicaciones de almacenamiento para cada planta, que brinde fijación de las máquinas. Metodologia de fijación a poste durante soporte de planta. Un Técnico por cada planta que brinde seguridad y monitoreo.	N/A	
			Gabinete con alojamiento para protecciones electricas y Cables.	SI	
			Gabinete debe estar aterrizado (SPT Hidrosolta)	SI	
			Capacidad según diseño electrico de "Clusters de Potencia", # PS q alimentará	SI	
			SPT independiente balanceada con la SPT de la red HFC	SI	
			Capacidad maxima es de 4 KVA	SI	
		Material	Freq 60 Hz, Salida 120 V - 15 A	SI	
			Metal Inoxidable, preferiblemente Aluminio	SI	
			Metal, alta proteccion a derrames liquidos / Sulfatación	SI	
		Mecánicos	Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	NO	
			contenga Bandejas para Baterías	SI	
			contenga Puerta Lateral (Mejora la manipulación)	NO	
		Refacción/reservas	contenga Rejillas ventilación/Estractor	SI	
			Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solucion)	NO	
			Se encuentra o que permita Inclusión dentro de Maestra de materiales	SI	
			Se logre incluir dentro de Rutinas de Manttos preventivos/ Ciclicos	SI	
			Moviles tengan Reserva de combustible adicionales	N/A	
		Proteccion ambiental	Que se logre identificar Mantto Preventivo X # de Horas de USO	SI	
			Se tenga Grado de proteccion IP56	SI	
			Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores	NO	
			Soluciones con gabinete maxima temperatura en interior permitida 37°C	SI	
			Soluciones con gabinete Minima temperatura interior permitida 0°C	NO	
		Soporte humedad relativa 78% a 84%			SI
		CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE			82.1%

Tabla 33. Cumplimiento de solución de doble banco de batería con respecto a los requisitos

Se observa que el cumplimiento de los requerimientos es de un 82,1%, no se cumplen 5 requerimientos solicitados por la jefatura de mantenimiento. Los cuales se pueden observar en la Tabla 34.

GRUPO	REQUISITO	DOBLE BANCO DE BATERIA
Material	Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	NO
Mecánicos	contenga Puerta Lateral (Mejora la manipulación)	NO
Refacción/reservas	Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solución)	NO
Protección ambiental	Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores	NO
	Soluciones con gabinete Mínima temperatura interior permitida 0°C	NO

Tabla 34. Puntos de incumplimiento de la solución de doble banco de batería con respecto a los requisitos

La razón de no cumplimiento, se debe a que la marca actual del gabinete para soportar el banco de batería adicional no es de una marca reconocida y no tiene repuestos de partes individuales del gabinete por lo que al momento de tener un daño de infraestructura del gabinete toca hacer el cambio completo de este, adicional en caso de daños, solo tienen una puerta frontal el cual para la manipulación de cables de conexión entre baterías y con la fuente principal y el doble banco es incómoda para el personal técnico de mantenimiento. El gabinete no tiene aislamiento térmico el cual no mantiene la temperatura dentro del rango óptimo de funcionamiento de las baterías disminuyendo la vida útil de estas.

Por lo que se puede concluir, que el doble banco de batería tiene una efectividad de solución del problema de un 69,3% lo cual no es una mala efectividad para temas de solución, cumple con las restricciones en un 73% y con las los requerimientos en un 82,1%. No es una mala solución, en temas de seguridad tiene varias ventajas. Una de estas, es que se ubica en poste lo cual es lo hace más difícil de acceder por parte de la delincuencia común, es una solución que ya ha trabajado la organización en otras zonas por lo que se tiene el “know how” el cual no tiene inconvenientes en la organización, y es económica pero tiene riesgos latentes con respecto al ente que nos soporta la infraestructura que puede obligar a la compañía de desinstalar la solución sino se llega a un conceso previo.

3.2.4.2. Instalación de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías

Esta solución al igual al anterior es soportar con 3 bancos de baterías, Al realizar el mismo ejercicio anterior ya no se tendría una solución con 6 baterías sino con 9 el cual se aumenta los costos, pero se vuelve más efectiva la solución como se observará más adelante.

Como se comentó en la solución anterior, realizar este tipo de soluciones en poste sería inviable por dimensiones, peso e inclusive permisos de UFINET, la forma como se planteo fue a través de un gabinete en la acera de espacio público el cual los permisos se remitirían directamente con la alcaldía de la ciudad de Barranquilla. El diagrama es de autoría de la organización ya que se diseñó netamente por parte de los comités realizados durante la ejecución de este documento y después de tomar muchos modelos de gabinetes que se encontraban ya colocados en las calles de la ciudad de Barranquilla, se adaptó un gabinete con medidas ya aprobadas y colocadas por la alcaldía para nuestra necesidad. El resultado se puede ver en la Ilustración 27 y la forma de colocación en la Ilustración 28.

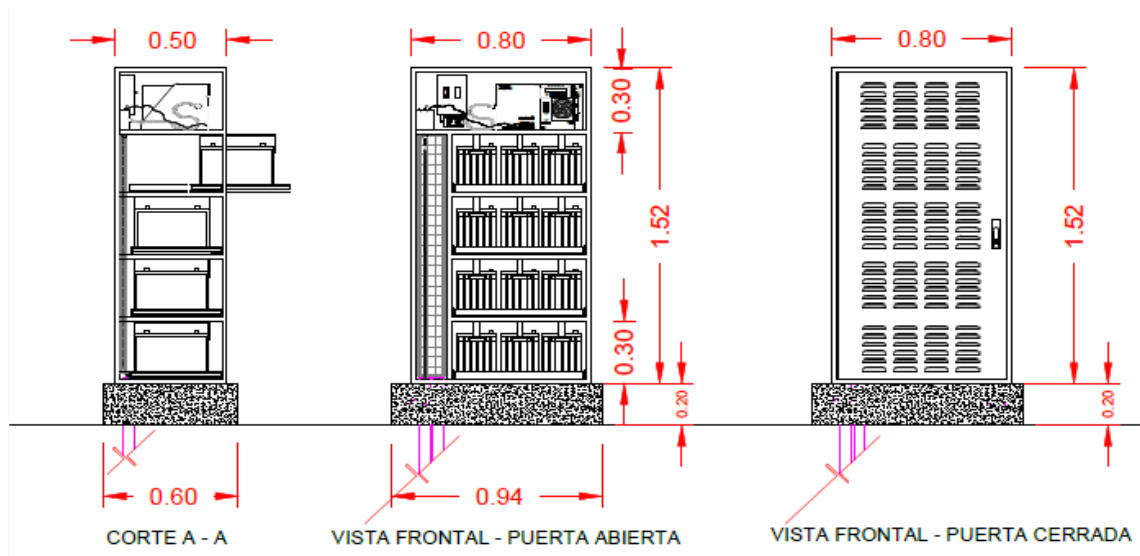


Ilustración 27. Gabinete diseñador para la colocación de 3 o 4 bancos de baterías en espacio público.

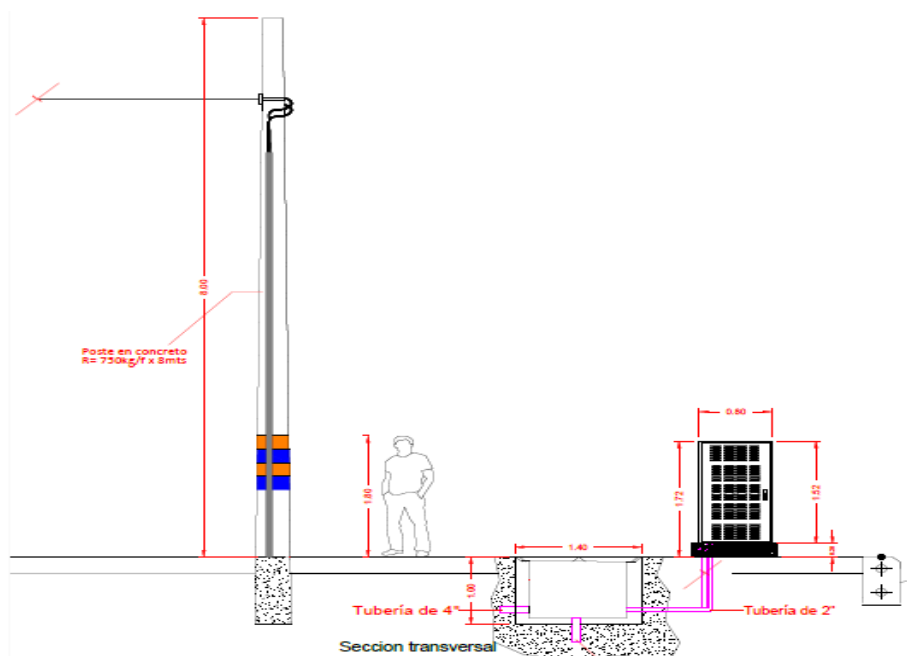


Ilustración 28. Colocación de solución de 3 ó 4 bancos de baterías en espacio público

Este tipo de solución sería única en la organización ya que en el resto de ciudades no se presenta el mismo problema de ausencia de energía eléctrica en donde las fuentes de poder no requieren de doble bancos o de 3 o 4 bancos de baterías por lo que este gabinete no se encuentra dentro de la maestra de materiales de la compañía. La efectividad de esta solución se puede ver en la Tabla 35.

CANTIDAD DE FUENTES QUE SE SOLUCIONAN CON IMPLEMENTACIÓN DE TRIPLE Ó CUARTO BANCO DE BATERIAS						
RANGO DE CONSUMO	Autonomía propuesta con triple banco de baterias (horas)	Menor a 4 Horas	Entre 4 y 10 Horas	Entre 10 y 20 Horas	Mayor a 20 Horas	TOTAL
1 a 4 Amp	40,8	5	1			6
4 a 6 Amp	40,8	31	25	4		60
6 a 8 Amp	26,7	57	38	13	1	109
8 a 10 Amp	20,2	30	28	3		61
10 a 12 Amp	16,4	9	4	1		14
Mayor a 12 Amp	13,4	2	1			3
TOTAL	26,4	134	97	21	1	253

Tabla 35. Cumplimiento de solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a los requisitos⁶⁹

⁶⁹Se compara el tiempo de autonomía de la solución versus tiempo indisponibilidad + Autonomía actual del primer banco. actual para validar si la efectividad de la solución. De los autores

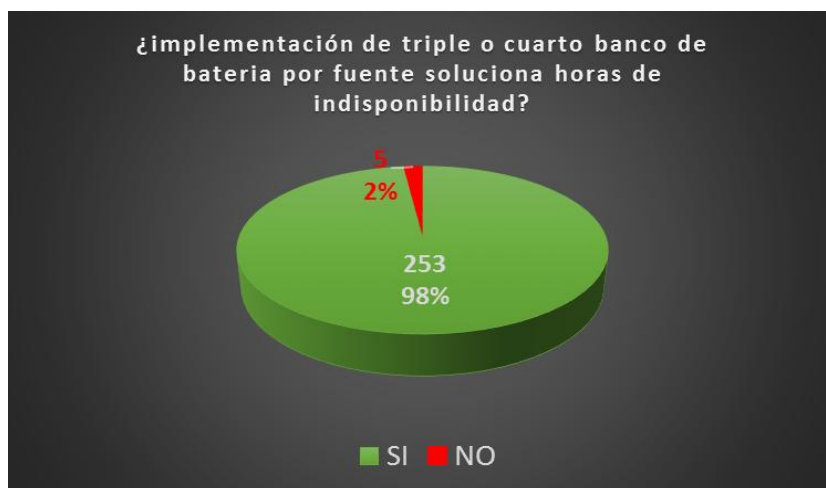


Ilustración 29. Efectividad de solución de triple o cuarto banco de baterías en fuentes indisponibles en horas de servicio por ausencia de energía eléctrica

Como se puede observar en la Ilustración 29, con esta solución se lograría mitigar 253 fuentes de poder de las 258 fuentes con horas de indisponibilidad de servicio. Por lo que tiene una efectividad de 98,1% lo cual mitigaría por completo este problema. Al validar si cumple las restricciones y requisitos planteados por la jefatura de mantenimiento de red externa se tiene el siguiente resultado que se observa en la Tabla 36:

ETAPA	ACTIVIDAD	RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN	GABINETE 3 ó 4 BANCOS BATERIAS
1. RESTRICCIONES	1.1. RESTRICCIONES TÉCNICAS Y OPERATIVAS	Dimensión de equipos en infraestructura de	Tamaño máximo: altura de 54 cm, ancho de 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg	SI
		Instalación de equipos nuevos en	un aparato por poste/torre, y su ubicación igualmente deberá estar bajo cable o cables de comunicaciones	SI
		Ubicación de accesorios y equipos auxiliares en	Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal serán fijados por debajo del cable de comunicaciones sobre el propio poste	SI
		Cantidad de equipos de telecomunicaciones	Sólo se permitirá la instalación de una caja de empalme, caja o equipo por poste/torre. En ningún caso se permitirá la instalación de cualquiera de estos elementos en el caso que exista ya un elemento de esta naturaleza	SI
		Instalación de equipos en Infraestructura con elementos de	No se permite la instalación de equipos, reservas de cables, cajas de empalme y cualquier otro elemento que impida la libre operación de los equipos gestionados por ELECTRICARIBE en este tipo de postes	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones	En los casos de cruce de vías, se deberá conservar una distancia mínima de seguridad, de acuerdo con lo establecido en las tablas del RETIE	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones en espacio público	1. estructuras con alturas inferiores a (12) metros lineales, podrán instalarse en zonas distritales o espacios públicos 2. alturas mayores a doce (12) metros e inferiores a dieciocho (18) metros, dichas estructuras únicamente podrán localizarse en zonas y espacios públicos complementarios al subsistema vial 3. superiores a los dieciochos (18) metros, únicamente podrá instalarse en parques, plazas y plazoletas	SI
		Cantidad de equipos estructurales en espacios públicos	máximo de dos (2) unidades por frente de manzana. En el caso de espacios y zonas verdes, se podrá instalar un máximo de dos (2) unidades de dichos elementos estructurales de soporte por cada 1000m ² de superficie, en áreas menores únicamente una unidad	SI
	1.2. RESTRICCIONES ECONÓMICAS	Cesión de infraestructura instalada en casos de construcción por un	Los soportes o bases para la instalación del elemento receptor o transmisor de telecomunicaciones quedara cedido al distrito por el titular de la licencia, convirtiéndose el mencionado elemento en un bien de uso público por destinación	SI
		facturación cantidad adicional posteria	$k = \text{Longitud máxima del elemento en cm (largo o ancho)} / 10 \text{ cm}$ $k * \text{Tarifa según tipo infraestructura empleada}$	SI
		Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito	Franja 1 9 a 12 mts (1,2 SMMLV) Franja 2 12 a 15 mts (1, 7 SMMLV) Franja 3 15 a 18 mts (2,2 SMMLV) Franja Mayor a 18 mts (2,4 SMMLV)	SI
		tipo de franja aplicable		FRANJA 1
		CUMPLE LAS RESTRICCIONES		100%

Tabla 36. Cumplimiento de solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a las restricciones.⁷⁰

Como se observa cumple al 100% todas las restricciones, por lo que no tendríamos problemas o riesgos si se implementa esta solución. A diferencia del doble banco de batería, al colocar un gabinete en la zona de espacio público, cumple a cabalidad el hecho de no utilizar la infraestructura de UFINET y las restricciones que esto implica, sino que también cumple las de espacio público con respecto al ítem de ubicación de equipos como de la cantidad de equipos por frente de manzana ya que la distancia de fuentes de poder entre nodos se encuentra a más de 1000 metros cuadrados de superficie.

⁷⁰ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

Al validar las restricciones, se realiza también la validación de cumplimiento de los requisitos que se puede observar en la Tabla 37.

ETAPA	ACTIVIDAD	GRUPO	REQUISITO	GABINETE 3 ó 4 BANCOS BATERIAS
5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	Seguridad	Cerradura con llave unica manejada X Interv.	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad de baterias X Banco	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad del Inversor	SI
			Implementación AlphaGuard con Arnés según # de bancos de Baterías	SI
			Alcance de manipulación basica por parte de moviles PE	SI
			Proteccion para manipulacion de Terceros	SI
			Se permittie colocar aseguramientos como candados, guayas u otro tipo de soluciones	SI
		Se requiere un Vehículo con ubicaciones de almacenamiento para cada planta, que brinde fijación de las máquinas. Metodologia de fijación a poste durante soporte de planta. Un Técnico por cada planta que brinde seguridad y monitoreo.	N/A	
		Eléctricos	Gabinete con alojamiento para protecciones electricas y Cables.	SI
			Gabinete debe estar aterrizado (SPT Hidrosolta)	SI
			Capacidad según diseño electrico de "Clusters de Potencia", # PS q alimentará	SI
			SPT independiente balanceada con la SPT de la red HFC	SI
			Capacidad maxima es de 4 KVA	SI
			Freq 60 Hz, Salida 120 V - 15 A	SI
		Material	Metal Inoxidable, preferiblemente Aluminio	SI
			Metal, alta proteccion a derrames liquidos / Sulfatación	SI
			Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	NO
		Mecánicos	contenga Bandejas para Baterías	SI
			contenga Puerta Lateral (Mejora la manipulación)	SI
			contenga Rejillas ventilación/Estractor	SI
		Refacción/reservas	Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solucion)	NO
			Se encuentra o que permita Inclusion dentro de Maestra de materiales	NO
			Se logre incluir dentro de Rutinas de Manttos preventivos/ Ciclicos	SI
			Moviles tengan Reserva de combustible adicionales	N/A
			Que se logre identificar Mantto Preventivo X # de Horas de USO	SI
		Proteccion ambiental	Se tenga Grado de proteccion IP56	SI
			Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores	SI
			Soluciones con gabinete maxima temperatura en interior permitida 37°C	SI
			Soluciones con gabinete Minima temperatura interior permitida 0°C	SI
			Soporte humedad relativa 78% a 84%	SI
		CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE		

Tabla 37. Cumplimiento de solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a los requisitos⁷¹

Se observa que el cumplimiento de los requerimientos es de un 89,3%, el cual no se cumple 3 requerimientos solicitados por jefatura de mantenimiento, las cuales se pueden observar en la Tabla 38.

⁷¹ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

GRUPO	REQUISITO	GABINETE 3 ó 4 BANCOS BATERIAS
Material	Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	NO
Refacción/reservas	Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solución)	NO
	Se encuentra o que permita Inclusión dentro de Maestra de materiales	NO

Tabla 38. Puntos de incumplimiento de la solución de triple o cuarto banco de batería con respecto a los requisitos⁷²

La razón de no cumplimiento, se debe a que la marca actual del gabinete para soportar el banco de batería adicional no es de una marca reconocida y no tiene repuestos de partes individuales del gabinete por lo que al momento de tener un daño de infraestructura del gabinete toca hacer el cambio completo de este. Con respecto a las ventajas, el gabinete es igual o con mayor seguridad con respecto al doble banco ya que a pesar de que se encuentra en una acera y no en poste, estos tienen candados de llaves únicas y barras de seguridad. Esta solución además plantea un recubrimiento térmico al igual que rendijas de ventilación como extractores y ventiladores que mantiene la temperatura entre 28°C a 34°C el cual les da mayor vida útil a las baterías comparado con el gabinete de la solución del doble banco de baterías. También presenta un espacio dentro del gabinete especial para la manipulación de cables, tiene protecciones a tierra independizadas y protección IP56 que corresponde a protección de chorros de agua como concentración de polvo y smog dentro del gabinete.

Se puede concluir que el gabinete con triple o cuarto banco de batería tiene una efectividad de solución del problema de un 98,1% la cual mitigaría casi por completo el problema planteado, cumple con las restricciones en un 100% y con las los requerimientos en un 89,3%. Por lo que es una solución adecuada, no se tiene riesgos con respecto a entidades arrendatarias o de administración de espacios públicos, elimina la contaminación visual y disminuye la carga mecánica en poste, alarga la vida útil de las baterías de 2 a 3 años adicional debido a su control de temperatura interna, Disminuye los tiempos de respuesta de la solución

⁷² Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

de falla si en fuentes corresponde ya que no se requiere escalera para verificar el problema, minimiza el riesgo de accidentes en alturas del personal técnico y lo más importante cumple y adiciona 15 horas promedio a la solución adicional al primer banco lo cual permite que sea muy efectiva para este problema.

3.2.4.3. Móvil para fuentes de poder

Como se comentó en la situación actual, la ciudad de Barranquilla está dividida por dos contratistas los cuales tienen de cobertura la zona norte y sur de la ciudad de Barranquilla. Estos dos contratistas solo pueden intervenir en la zona que les corresponde y no puede intervenir en la zona de los contratistas vecinos, por lo que la capacidad de cuadrillas con planta eléctrica se limita como se comentó anteriormente. Al identificar este problema a nivel administrativo, se propone realizar una móvil o cuadrilla con personal exclusivo para soportar fuentes de poder por medio de plantas eléctricas a través de un tercer contratista que tenga la cobertura completa de la zona. Esta móvil solo atenderá eventos de soporte a las fuentes de poder posterior a la autonomía de las baterías y será medida a través de la cantidad de fuentes de poder afectado con la causa de ausencia de energía eléctrica. Esta móvil complementará las descritas en la tabla 20, adicionando la cantidad de plantas eléctricas faltantes para dar soporte.

Al realizar el análisis de la efectividad de esta solución, se tomó todos los avisos de red externa relacionada a ausencia de energía eléctrica y se identificó la cantidad de fuentes por día en el año 2017 teniendo el siguiente resultado en la Ilustración 30.



Ilustración 30. Cantidad total y promedio de fuentes de poder por mes por afectación por ausencia de energía eléctrica⁷³.

Se han afectado un total de 1189 fuentes, cabe aclarar que existen fuentes recurrentes y reincidentes por lo que cada fuente por afectación como un evento para soportar con planta eléctrica con funcionamiento en combustible ACPM. Al comparar la cantidad de veces por la cantidad de fuentes en el año 2017, se puede observar en la Ilustración 31 que el 80% de la participación se presenta en el rango de 1 a 8 fuentes simultáneas al mismo tiempo.

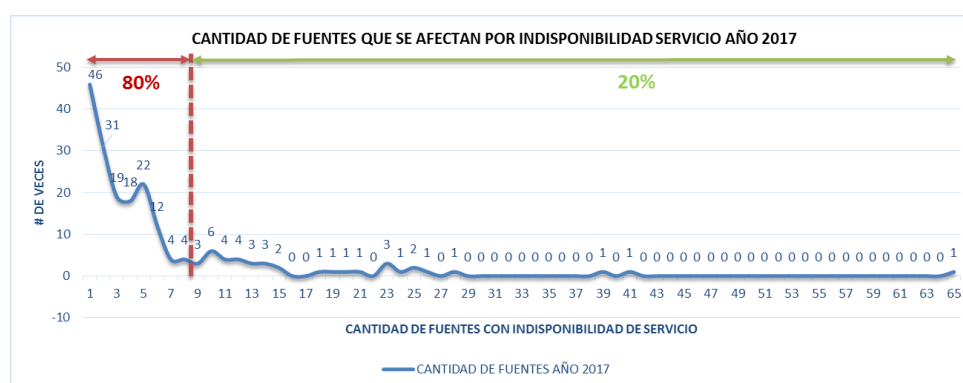


Ilustración 31. Número de veces Vs la cantidad de fuentes con indisponibilidad de servicio diario en periodo 2017⁷⁴

Por lo que al diseñar una móvil o cuadrilla por compuesta 4 personas con 8 plantas eléctricas por pago por evento, se podría tener una efectividad de solución 69.8% el cual se

⁷³Base de mantenimiento de avisos SAP de red externa, Ago. 2.017. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento.

⁷⁴ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

puede ver en la Ilustración 32 el antes versus después teniendo el mismo escenario como año el 2017

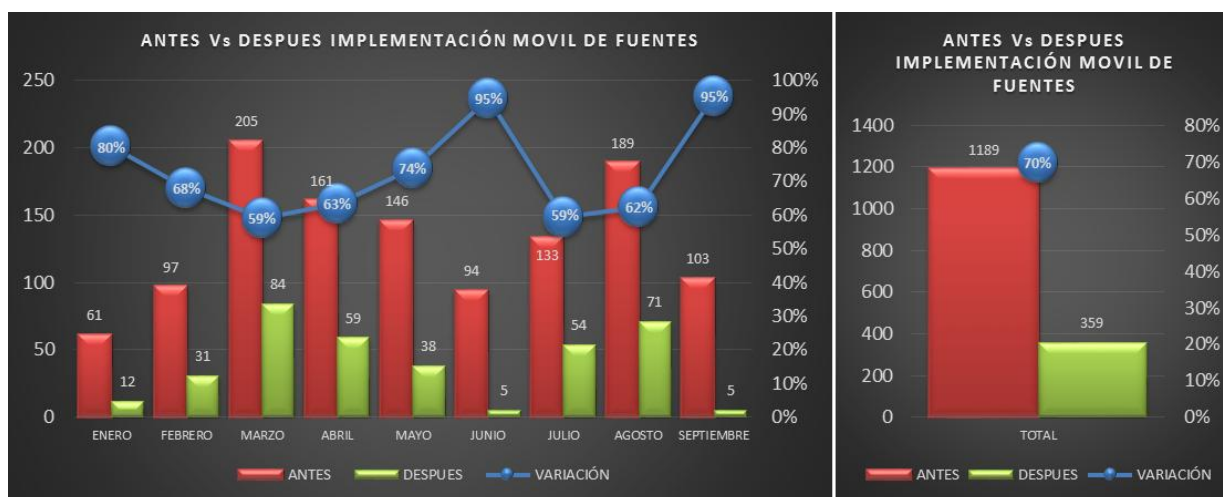


Ilustración 32. Medico de impacto de solución Antes Vs después de implementación de móvil de exclusiva para fuentes de poder⁷⁵.

⁷⁵ Se simula la móvil de red externa soportando 8 fuentes diarias para medir impacto en la operación. Los autores del presente documento.

ETAPA	ACTIVIDAD	RESTRICCION	DESCRIPCIÓN	MOVIL EXCLUSIVA PLANTAS ELECTRICAS
1. RESTRICCIONES	1.1 RESTRICCIONES TÉCNICAS Y OPERATIVAS	Dimensión de equipos en infraestructura de	Tamaño máximo: altura de 54 cm, ancho de 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg	SI
		Instalación de equipos nuevos en	un aparato por poste/torre, y su ubicación igualmente deberá estar bajo cable o cables de comunicaciones	SI
		Ubicación de accesorios y equipos auxiliares en	Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal serán fijados por debajo del cable de comunicaciones sobre el propio poste	SI
		Cantidad de equipos de telecomunicaciones	Sólo se permitirá la instalación de una caja de empalme, caja o equipo por poste/torre. En ningún caso se permitirá la instalación de cualquiera de estos elementos en el caso que exista ya un elemento de esta naturaleza	SI
		Instalación de equipos en Infraestructura con elementos de	No se permite la instalación de equipos, reservas de cables, cajas de empalme y cualquier otro elemento que impida la libre operación de los equipos gestionados por ELECTRICARIBE en este tipo de postes	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones	En los casos de cruce de vías, se deberá conservar una distancia mínima de seguridad, de acuerdo con lo establecido en las tablas del RETIE	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones en espacio público	1.estructuras con alturas inferiores a (12) metros lineales, podrán instalarse en zonas distritales o espacios públicos 2. alturas mayores a doce (12) metros e inferiores a dieciocho (18) metros, dichas estructuras únicamente podrán localizarse en zonas y espacios públicos complementarios al subsistema vial 3.superiores a los dieciochos (18) metros, únicamente podrá instalarse en parques, plazas y plazoletas	SI
		Cantidad de equipos estructurales en espacios públicos	máximo de dos (2) unidades por frente de manzana. En el caso de espacios y zonas verdes, se podrá instalar un máximo de dos (2) unidades de dichos elementos estructurales de soporte por cada 1000m2de superficie, en áreas menores únicamente una unidad	SI
		Cesión de infraestructura instalada en casos de construcción por un	Los soportes o bases para la instalación del elemento receptor o transmisor de telecomunicaciones quedara cedido al distrito por el titular de la licencia, convirtiéndose el mencionado elemento en un bien de uso público por destinación	SI
	1.2. RESTRICCIONES ECONOMICAS	facturación cantidad adicional posteria	$k = \text{Longitud máxima del elemento en cm (largo o ancho)} / 10 \text{ cm}$ $k * \text{Tarifa según tipo infraestructura empleada}$	SI
		Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito	Franja 1 9 a 12 mts (1,2 SMMLV) Franja 2 12 a 15 mts (1, 7 SMMLV) Franja 3 15 a 18 mts (2,2 SMMLV) Franja Mayor a 18 mts (2,4 SMMLV)	SI
		tipo de franja aplicable		N/A
		CUMPLE LAS RESTRICCIONES		100%

Tabla 39. Cumplimiento de móvil exclusiva para fuentes de poder con respecto a las restricciones.⁷⁶

Este tipo de solución, cumpliría al 100% todas las restricciones ya que no existe impedimento contractual por UFINET ni por espacio público. Se debe crear un modelo de este tipo de solución con la gerencia de aliados, que es la gerencia que crea modelos de pagos hacia las contratistas o aliados para incluirlos dentro de sus esquemas de móviles. Por lo que los costos que se comentaran más adelante son basados en un modelo de otro tipo de móvil dentro de la organización y excluyendo ciertas funciones y responsabilidades que agregan mayor valor económico que dicha propuesta.

⁷⁶ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

Con respecto al cumplimiento de requisitos, el resultado se puede observar en la Tabla 40:

ETAPA	ACTIVIDAD	GRUPO	REQUISITO	MOVIL EXCLUSIVA PARA FUENTES DE PODER
5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	Seguridad	Cerradura con llave unica manejada X Interv.	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad de baterias X Banco	N/A
			Implementacion de Brazo de seguridad del Inversor	N/A
			Implementación AlphaGuard con Arnes según # de bancos de Baterias	N/A
			Alcance de manipulación basica por parte de moviles PE	N/A
			Proteccion para manipulacion de Terceros	N/A
			Se permctie colocar aseguramientos como candados, guayas u otro tipo de soluciones	N/A
		Se requiere un Vehículo con ubicaciones de almacenamiento para cada planta, que brinde fijación de las máquinas. Metodologia de fijación a poste durante soporte de planta. Un Técnico por cada planta que brinde seguridad y monitoreo.	SI	
		Eléctricos	Gabinete con alojamiento para protecciones electricas y Cables.	N/A
			Gabinete debe estar aterrizado (SPT Hidrosolta)	N/A
			Capacidad según diseño electrico de "Clusters de Potencia", # PS q alimentará	N/A
			SPT independiente balanceada con la SPT de la red HFC	N/A
			Capacidad maxima es de 4 KVA	SI
			Freq 60 Hz, Salida 120 V - 15 A	SI
		Material	Metal Inoxidable, preferiblemente Aluminio	N/A
			Metal, alta proteccion a derrames liquidos / Sulfatación	N/A
			Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	SI
		Mecánicos	contenga Bandejas para Baterias	N/A
			contenga Puerta Lateral (Mejora la manipulación)	N/A
			contenga Rejillas ventilación/Estractor	N/A
		Refacción/reservas	Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solucion)	SI
			Se encuentra o que permita Inclusión dentro de Maestra de materiales	N/A
			Se logre incluir dentro de Rutinas de Manttos preventivos/ Ciclicos	SI
			Moviles tengan Reserva de combustible adicionales	SI
			Que se logre identificar Mantto Preventivo X # de Horas de USO	SI
		Proteccion ambiental	Se tenga Grado de proteccion IP56	N/A
			Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores	SI
			Soluciones con gabinete maxima temperatura en interior permitida 37°C	SI
			Soluciones con gabinete Minima temperatura interior permitida 0°C	SI
			Soporte humedad relativa 78% a 84%	SI
		CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE		

Tabla 40. Cumplimiento de móvil exclusiva de fuentes de poder con respecto a los requisitos⁷⁷

Esta solución tiene un 100% de cumplimiento con respecto a los requerimientos ya que en muchos casos no aplica ya que es una solución independiente a nivel técnico y está más ligado a la capacidad de la operación para poder solucionar la cantidad de eventos. Esta tiene ventajas como que se puede ajustar dependiendo de la demanda por el histórico, puede ser usada para otro tipo de trabajos como mantenimientos preventivos a las fuentes y baterías, tener adicional a las plantas eléctricas, baterías adicionales y cargadas para cambiarlas por las que se

⁷⁷ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

están agotando durante la ausencia de energía eléctrica de la fuente y darle un nuevo respiro en autonomía a la fuente con el problema de indisponibilidad.

Esta solución comparada con las anteriores, presenta una ventaja que no solo sirve para solucionar el problema, sino que genera un adicional que es el mantenimiento preventivo a la red logrando un mejor control a nivel de potencia de esta. Con respecto a la efectividad de solución se encuentra en igualdad al doble banco con un 69,8% e inferior al 98% del gabinete de 3 o 4 bancos.

3.2.4.4. Migración de fuentes de poder a estaciones bases de telefonía celular

Esta solución consiste en combinar 2 tipos de redes, que pertenecen a la misma compañía. La mayoría de las organizaciones de telecomunicaciones tienen dos tipos de tecnología que es la red HFC y la red móvil GSM/UMTS. Esta última se le llama estaciones bases o BTS (Base Transceiver Station) son quienes realizan el enlace con el usuario que efectúa o recibe la llamada (o el mensaje) con un teléfono móvil. Las antenas utilizadas suelen situarse en lo más alto de la torre (si existe), de edificios o colinas para dar una mejor cobertura. Normalmente, está compuesta por un mástil al cual están unidas tres grupos de una o varias antenas equidistantes. El uso de varias antenas produce una diversidad de caminos radioeléctricos que permite mejorar la recepción de la información⁷⁸. Las BTS se encuentran geográficamente repartidas en toda la ciudad para suministrar el servicio de telefonía móvil celular 2G/3G/4G llamadas BTS el cual es totalmente independiente de la red HFC que solo suministra los servicios de telefonía fija, internet residencial y televisión por lo que ambas redes crecieron de forma independiente en diferentes administraciones y en diferentes épocas. La red de telefonía móvil celular es más robusta con respecto al problema por ausencia de energía eléctrica ya que para la instalación de esta tecnología se requieren terrenos amplios e instalación

⁷⁸ https://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_base

de torres que se encuentran en predios por toda la ciudad por lo que tienen ya instalados bancos de baterías con autonomía hasta 3 días y plantas eléctricas fijas con suministro de ACPM como se observa en la Ilustración 33 e Ilustración 34.

Se aprovecharía la convergencia de ambas tecnologías que se dio en el año 2016, en la empresa de telecomunicaciones en la zona en donde se unificó las gerencias de mantenimientos para poder implementar esta solución.

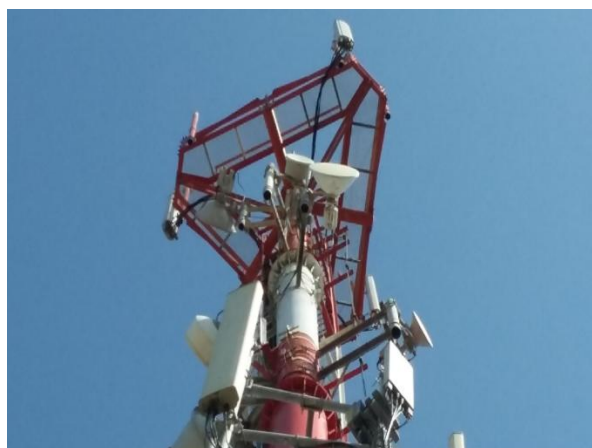


Ilustración 33. estación base de tecnología celular⁷⁹



Ilustración 34. Banco de baterías y plantas eléctricas en estaciones bases.⁸⁰

La migración consiste en hacer un traslape de la ubicación de las fuentes de poder ubicadas poste contra la ubicación de las BTS con plantas eléctricas que se encuentren en buen estado y con la capacidad de potencia suficiente para poder soportar ambas redes. No todas las

⁷⁹ Tomadas de inspección de estaciones bases zona costa

⁸⁰ Tomadas de inspección de estaciones bases zona costa

estaciones tienen plantas eléctricas debido a que existen BTS también ubicadas en edificios o en poste que no es necesario tener una planta eléctrica. La distancia mínima entre fuente y estación base depende del tipo de cable que se utiliza para alimentar la fuente. Por lo que la red HFC tiene dos tipos de cable para autoalimentar la red que consiste en el cable coaxial de 0,5 pulgadas de diámetro que permite una distancia longitudinal máxima 500 metros sin pérdidas de energía eléctrica y el cable coaxial de 0,715 de diámetro el cual permite una distancia máxima longitudinal de 600 metros. Ambos tipos de cable son óptimos para poder extender la fuente y migrar esta hasta el predio de la BTS solo hasta las distancias máximas especificadas y hacer una conexión con la planta eléctrica de esta.

Al realizar el traslape de ambas redes y teniendo en cuenta estas distancias se pudo concluir que solo 52 fuentes (Ilustración 35) de las 258 fuentes se podrían migrar a BTS cercanas, por lo que solo daría una efectividad de solución de 20%, el cual es demasiado bajo con respecto a las soluciones anteriores.

Como se observa esta solución tiene una limitante es que el radio de cobertura alrededor de la fuente de poder que es el mismo que el de los cables dependiendo del calibre no es muy extenso por lo que la cantidad de BTS que caen dentro de ese diámetro de cobertura son muy pocas debido a que durante su crecimiento no se planeó una convergencia de ambas redes.

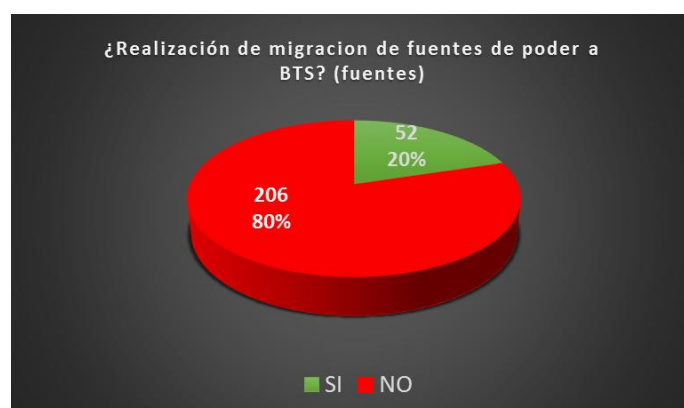


Ilustración 35. Efectividad de solución migración de fuentes a BTS indisponibles en horas de servicio por ausencia de energía eléctrica⁸¹

⁸¹ Fuentes que se encuentran a 600 a 700 metros con respecto a BTS cercanas. Los autores del documento.

Con respecto al cumplimiento de restricciones se puede observar el resultado en la Tabla 41

ETAPA	ACTIVIDAD	RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN	MIGRACIÓN DE FUENTES DE PODER A BTS
1. RESTRICCIONES	1.1 RESTRICCIONES TÉCNICAS Y OPERATIVAS	Dimensión de equipos en infraestructura de	Tamaño máximo: altura de 54 cm, ancho de 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg	SI
		Instalación de equipos nuevos en	un aparato por poste/torre, y su ubicación igualmente deberá estar bajo cable o cables de comunicaciones	SI
		Ubicación de accesorios y equipos auxiliares en	Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal serán fijados por debajo del cable de comunicaciones sobre el propio poste	SI
		Cantidad de equipos de telecomunicaciones	Sólo se permitirá la instalación de una caja de empalme, caja o equipo por poste/torre. En ningún caso se permitirá la instalación de cualquiera de estos elementos en el caso que exista ya un elemento de esta naturaleza	SI
		Instalación de equipos en Infraestructura con elementos de	No se permite la instalación de equipos, reservas de cables, cajas de empalme y cualquier otro elemento que impida la libre operación de los equipos gestionados por ELECTRICARIBE en este tipo de postes	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones	En los casos de cruce de vías, se deberá conservar una distancia mínima de seguridad, de acuerdo con lo establecido en las tablas del RETIE	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones en espacio público	1.estructuras con alturas inferiores a (12) metros lineales, podrán instalarse en zonas distritales o espacios públicos 2. alturas mayores a doce (12) metros e inferiores a dieciocho (18) metros, dichas estructuras únicamente podrán localizarse en zonas y espacios públicos complementarios al subsistema vial 3.superiores a los dieciochos (18) metros, únicamente podrá instalarse en parques, plazas y plazoletas	SI
		Cantidad de equipos estructurales en espacios públicos	máximo de dos (2) unidades por frente de manzana. En el caso de espacios y zonas verdes, se podrá instalar un máximo de dos (2) unidades de dichos elementos estructurales de soporte por cada 1000m ² de superficie, en áreas menores únicamente una unidad	SI
		Cesión de infraestructura instalada en casos de construcción por un	Los soportes o bases para la instalación del elemento receptor o transmisor de telecomunicaciones quedara cedido al distrito por el titular de la licencia, convirtiéndose el mencionado elemento en un bien de uso público por destinación	SI
	1.2 RESTRICCIONES ECONÓMICAS	facturación cantidad adicional posteria	$k = \text{Longitud máxima del elemento en cm (largo o ancho)} / 10 \text{ cm}$ $k * \text{Tarifa según tipo infraestructura empleada}$	SI
		Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito	Franja 1 9 a 12 mts (1,2 SMMLV) Franja 2 12 a 15 mts (1,7 SMMLV) Franja 3 15 a 18 mts (2,2 SMMLV) Franja Mayor a 18 mts (2,4 SMMLV)	SI
		tipo de franja aplicable		FRANJA 1
		CUMPLE LAS RESTRICCIONES		100%

Tabla 41. Cumplimiento de solución de migración de fuentes de poder a BTS con respecto a las restricciones.⁸²

Esta solución cumple al 100% las restricciones ya que no implicaría permiso de UFINET ni espacio público ya que lo que se haría es una migración al predio propio de la organización. Por lo que lo hace una solución adecuada porque no existe impedimento conocido contractual o técnica o económica para la realización de esta labor.

Con respecto al cumplimiento de requisitos se tiene el resultado en la Tabla 42

⁸² Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

ETAPA	ACTIVIDAD	GRUPO	REQUISITO	MIGRACIÓN DE FUENTES DE PODER A BTS
5.1 CATALOGACIÓN DE REQUISITOS	5.1 CATALOGACIÓN DE REQUISITOS	Seguridad	Cerradura con llave unica manejada X Interv.	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad de baterias X Banco	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad del Inversor	SI
			Implementación AlphaGuard con Arnes según # de bancos de Baterias	SI
			Alcance de manipulación basica por parte de moviles PE	SI
			Proteccion para manipulacion de Terceros	SI
			Se permittie colocar aseguramientos como candados, guayas u otro tipo de soluciones	SI
			Se requiere un Vehículo con ubicaciones de almacenamiento para cada planta, que brinde fijación de las máquinas. Metodologia de fijación a poste durante soporte de planta. Un Técnico por cada planta que brinde seguridad y monitoreo.	N/A
		Eléctricos	Gabinete con alojamiento para protecciones electricas y Cables.	SI
			Gabinete debe estar aterrizado (SPT Hidrosolta)	SI
			Capacidad según diseño electrico de "Clusters de Potencia", # PS q alimentará	SI
			SPT independiente balanceada con la SPT de la red HFC	SI
			Capacidad maxima es de 4 KVA	SI
			Freq 60 Hz, Salida 120 V - 15 A	SI
		Material	Metal Inoxidable, preferiblemente Aluminio	SI
			Metal, alta proteccion a derrames liquidos / Sulfatación	SI
			Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	SI
		Mecánicos	contenga Bandejas para Baterías	SI
			contenga Puerta Lateral (Mejora la manipulación)	N/A
			contenga Rejillas ventilación/Estractor	SI
		Refacción/reservas	Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solucion)	SI
			Se encuentra o que permita Inclusión dentro de Maestra de materiales	SI
			Se logre incluir dentro de Rutinas de Mantos preventivos/ Ciclicos	SI
			Moviles tengan Reserva de combustible adicionales	SI
			Que se logre identificar Mantto Preventivo X # de Horas de USO	SI
		Proteccion ambiental	Se tenga Grado de proteccion IP56	SI
			Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores	SI
			Soluciones con gabinete maxima temperatura en interior permitida 37°C	SI
			Soluciones con gabinete Minima temperatura interior permitida 0°C	SI
			Soporte humedad relativa 78% a 84%	SI
		CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE		

Tabla 42. Cumplimiento de solución de migración de fuentes de poder a BTS con respecto a los requisitos⁸³

Es una solución que cumple al 100% todos los requisitos planteados, debido a que la planta de la estación base soportara toda la carga del nodo el cual siempre cuenta con ACPM y tiene horas indefinidas de autonomía dependiendo de su carga en combustible. Las plantas eléctricas que tiene la compañía son marcas reconocidas que tienen refacciones para mantenimiento inmediato y rapidez con el proveedor, se encuentran monitoreadas por una central que genera alarma si no tiene abastecimiento de combustible. La seguridad de la BTS es superior en algunos casos que otras soluciones ya que estas presentan monitoreo remoto por empresas de vigilancia privada o por guardias de seguridad, sensores de proximidad y seguridad perimetral como concertinas o encerramiento ya sea en malla o por muro.

⁸³ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

Como la planta eléctrica hace transferencia de energía a las fuentes de poder casi de forma inmediata, las baterías no sufren de descargas continuas y su vida útil también se prolonga. La temperatura es ideal ya que en algunos casos se encuentran con aires acondicionados para mantener la temperatura óptima para los equipos o radios de transmisión celular el cual también ayudaría a mantener la temperatura de las fuentes de poder HFC al migrarse en ambientes óptimos de funcionamiento

Por lo sé que concluye que esta solución tiene una baja efectividad de cumplimiento con un 20%, un alto cumplimiento en cuanto a restricciones y requisitos con un 100% y que además genera muchos beneficios por la convergencia de ambas redes , no genera mucho impacto debido a su poca cobertura por la distancia máxima entre ambos tipos de red y por la baja cantidad de estaciones bases y fuentes que cumplen esa condición, colocando esta solución por debajo con respecto al resto de soluciones en términos de efectividad.

3.2.4.5. Sustentación eléctrica a través de paneles solares

Una solución más renovable corresponde a la sustentación a través de paneles solares. Es importante explicar que no consiste en sustituir completamente la energía eléctrica suministrada por el proveedor de servicio, sino en una solución que su objetivo es aumentar la autonomía de las baterías en un tiempo considerable para lograr el mínimo de 10 horas que requiere la solución. Por lo que el funcionamiento de la solución se puede observar en la Ilustración 36.

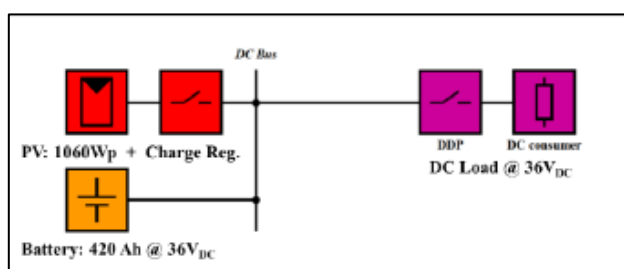


Ilustración 36. Diagrama de instalación de panel fotovoltaico⁸⁴

⁸⁴ Diagrama suministrado por empresa “electric force solutions” especialistas en sistemas de energía de carga crítica



Ilustración 37. Ejemplo de sustentación de panel solar⁸⁵

Este tipo de solución consiste en un bloque de generación de corriente continua dada por el panel fotovoltaico y una regulador de carga a la fuente de poder de la red HFC (bloques morados) este tiene una potencia de 1060W y puede alargar la autonomía del banco de baterías entre 12 a 14 horas adicionales para poder cumplir con el límite sugerido que es de mínimo 10 horas con una incidencia solar de 60% (electric force solution, 2017). Esto quiere decir que en horario diurno el panel generaría este tipo de tiempos adicionales de autonomía, pero en horarios nocturnos se estaría expuesto a las condiciones normales de la operación actual.

Al analizar el cumplimiento de restricciones como se observa en la Tabla 43 se tiene el siguiente resultado:

⁸⁵ Esquema usado en parques para internet gratis “viva Digital”

ETAPA	ACTIVIDAD	RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN	SUSTENTACIÓN ELÉCTRICA POR PANEL SOLAR
1. RESTRICCIONES	1.1 RESTRICCIONES TÉCNICAS Y OPERATIVAS	Dimensión de equipos en infraestructura de UFINET	Tamaño máximo: altura de 54 cm, ancho de 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg	NO
		Instalación de equipos nuevos en infraestructura de UFINET	un aparato por poste/torre, y su ubicación igualmente deberá estar bajo cable o cables de comunicaciones	NO
		Ubicación de accesorios y equipos auxiliares en infraestructura de UFINET	Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal serán fijados por debajo del cable de comunicaciones sobre el propio poste	NO
		Cantidad de equipos de telecomunicaciones en infraestructura de UFINET	Sólo se permitirá la instalación de una caja de empalme, caja o equipo por poste/torre. En ningún caso se permitirá la instalación de cualquiera de estos elementos en el caso que exista ya un elemento de esta naturaleza	NO
		Instalación de equipos en Infraestructura con elementos de electricaribe	No se permite la instalación de equipos, reservas de cables, cajas de empalme y cualquier otro elemento que impida la libre operación de los equipos gestionados por ELECTRICARIBE en este tipo de postes	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones en cruce de vías	En los casos de cruce de vías, se deberá conservar una distancia mínima de seguridad, de acuerdo con lo establecido en las tablas del RETIE	SI
		Ubicación de equipos de telecomunicaciones en espacio público	1.estructuras con alturas inferiores a (12) metros lineales, podrán instalarse en zonas distritales o espacios públicos 2. alturas mayores a doce (12) metros e inferiores a dieciocho (18) metros, dichas estructuras únicamente podrán localizarse en zonas y espacios públicos complementarios al subsistema vial 3.superiores a los dieciochos (18) metros, únicamente podrá instalarse en parques, plazas y plazoletas	SI
	1.2 RESTRICCIONES ECONÓMICAS	Cantidad de equipos estructurales en espacios públicos	máximo de dos (2) unidades por frente de manzana. En el caso de espacios y zonas verdes, se podrá instalar un máximo de dos (2) unidades de dichos elementos estructurales de soporte por cada 1000m ² de superficie, en áreas menores únicamente	NO
		Cesión de infraestructura instalada en casos de construcción por un operador de telecomunicaciones	Los soportes o bases para la instalación del elemento receptor o transmisor de telecomunicaciones quedara cedido al distrito por el titular de la licencia, convirtiéndose el mencionado elemento en un bien de uso público por destinación	SI
		facturación cantidad adicional posterior	$k = \text{Longitud máxima del elemento en cm (largo o ancho)} / 10 \text{ cm}$ $k * \text{Tarifa según tipo infraestructura empleada}$	SI
		Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito de barranquilla	Franja 1 9 a 12 mts (1,2 SMMLV) Franja 2 12 a 15 mts (1,7 SMMLV) Franja 3 15 a 18 mts (2,2 SMMLV) Franja Mayor a 18 mts (2,4 SMMLV)	SI
		tipo de franja aplicable		FRANJA 2
CUMPLE LAS RESTRICCIONES				55%

Tabla 43. Cumplimiento de solución de sustentación eléctrica por panel solar con respecto a las restricciones⁸⁶

El cumplimiento de las restricciones en este tipo de solución es de un 55%. Actualmente los paneles solares no son muy eficientes con respecto al resto de soluciones debido a que nivel de cantidad de área utilizada es de 6,60 m² y un peso general de 76,20 kilos lo cual incumpliría con la restricción de dimensiones de equipos permitidos en la infraestructura de UFINET (electric force solution, 2017). Se incumple también la restricción de instalación de equipos nuevos ya que estos deberán estar bajo cables de comunicaciones lo cual lo hace imposible de colocar ya que este tipo de soluciones se deben instalar por encima de la franja de instalaciones y no por debajo. Con respecto a la cantidad de paneles solares la solución también incumple con la restricción de la cantidad de equipos permitidos en la infraestructura de UFINET, ya que

⁸⁶ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

se requieren entre 4 paneles marca “KYOCERA” (Ilustración 37Ilustración 38) o 8 paneles ultralivianos de marca “SHINE” (Ilustración 39) para la solución. Aunque esta última solución de paneles ultraliviano reduce el peso en un 80% con respecto a la solución “KYOCERA”, la cantidad de paneles lo hace inviable para su implementación en poste ya sea de UFINET como de espacio público. La única forma de utilizar esta solución es arrendando en casas familiares o conjuntos residenciales cercanas a las fuentes de la red HFC, por lo que la organización actualmente no está dispuesta hacer pagos de arrendamiento para la implementación de este tipo de solución.



Ilustración 38. Kit de paneles solares KYOCERA⁸⁷



Ilustración 39. Kit de paneles solares SHINE⁸⁸

Con respecto a los requerimientos, se puede observar su cumplimiento en la Tabla 44:

⁸⁷ electric force solution. (2017).

⁸⁸ electric force solution. (2017).

ETAPA	ACTIVIDAD	GRUPO	REQUISITO	SUSTENTACIÓN ELECTRICA POR PANEL SOLAR
5.1 CATALOGACIÓN DE REQUISITOS	5.1 CATALOGACIÓN DE REQUISITOS	Seguridad	Cerradura con llave unica manejada X Interv.	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad de baterias X Banco	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad del Inversor	SI
			Implementación AlphaGuard con Arnes según # de bancos de Baterias	SI
			Alcance de manipulación basica por parte de moviles PE	SI
			Proteccion para manipulacion de Terceros	NO
			Se permitie colocar aseguramientos como candados, guayas u otro tipo de soluciones	SI
		Se requiere un Vehículo con ubicaciones de almacenamiento para cada planta, que brinde fijación de las máquinas. Metodologia de fijación a poste durante soporte de planta. Un Técnico por cada planta que brinde seguridad y monitoreo.	N/A	
		Eléctricos	Gabinete con alojamiento para protecciones electricas y Cables.	N/A
			Gabinete debe estar aterrizado (SPT Hidrosolta)	N/A
			Capacidad según diseño electrico de "Clusters de Potencia", # PS q alimentará	SI
			SPT independiente balanceada con la SPT de la red HFC	SI
			Capacidad maxima es de 4 KVA	SI
			Freq 60 Hz, Salida 120 V - 15 A	NO
		Material	Metal Inoxidable, preferiblemente Aluminio	SI
			Metal, alta proteccion a derrames liquidos / Sulfatación	SI
			Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	NO
		Mecánicos	contenga Bandejas para Baterías	SI
			contenga Puerta Lateral (Mejora la manipulación)	N/A
			contenga Rejillas ventilación/Estractor	NO
		Refacción/reservas	Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solucion)	NO
			Se encuentra o que permita Inclusión dentro de Maestra de materiales	NO
			Se logre incluir dentro de Rutinas de Manttos preventivos/ Ciclicos	SI
			Moviles tengan Reserva de combustible adicionales	N/A
			Que se logre identificar Mantto Preventivo X # de Horas de USO	SI
		Proteccion ambiental	Se tenga Grado de proteccion IP56	SI
			Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores	SI
			Soluciones con gabinete maxima temperatura en interior permitida 37°C	SI
			Soluciones con gabinete Minima temperatura interior permitida 0°C	NO
			Soporte humedad relativa 78% a 84%	SI
		CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE		

Tabla 44. Cumplimiento de solución de migración de fuentes de poder a BTS con respecto a los requisitos⁸⁹

Esta solución tiene un 72% de cumplimiento con respecto a los requisitos dados por la gerencia técnica. Dentro de los ítems que no se cumple, está el de la cantidad de amperaje ya que a pesar de que si llega se requiere una gran cantidad de paneles solares que no es eficiente para las fuentes HFC. No son de marcas reconocidas por lo que no se tiene soporte técnico ya que el distribuidor reconocido no tiene ese tipo de servicio. Esta solución puede ser manipulada por terceros ya que no se tiene algún tipo de protección anti robo conocida. Por último, este tipo de soluciones se venden por kit, por lo que si se daña un panel solar se tendría que volver

⁸⁹ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

a comprar todo el KIT, por lo que sería ineficiente a nivel de repuesto ya que se tendría que cambiar todo el kit y no la pieza dañada.

En conclusión, esta solución no cumple con las restricciones en gran medida, y no se podría implementar a menos que se permita colocar en casas de ciudadanos cerca de la fuente correspondiente lo que sería a través de arriendos o colocando servicios de triple play de Cortesía lo cual fue rechazada por la gerencia técnica debido a que no se quiere soluciones donde se tenga que generar arriendos adicionales ya que son 258 fuentes y es un gasto alto en el OPEX de la gerencia. Por lo que esta solución fue descartada en su implementación. Se concluye en este capítulo que se pueden implementar 4 soluciones de las 5 expuestas. Se observa el impacto en reducción en la Tabla 45 y Tabla 46:

DESCRIPCIÓN	PORTAFOLIO DE SOLUCIONES BARRANQUILLA Y AREA METROPOLITANA				
	SOLUCION 1	SOLUCION 2	SOLUCION 3	SOLUCION 4	SOLUCION 5
	DOBLE BANCO DE BATERIA	GABINETE 3 ó 4 BANCOS BATERIAS	MOVIL EXCLUSIVA PLANTAS ELÉCTRICAS	MIGRACIÓN DE FUENTES DE PODER A BTS	SUSTENTACIÓN ELECTRICA POR PANEL SOLAR
CUMPLE LAS RESTRICCIONES	72,7%	100,0%	100,0%	100,0%	54,5%
CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE	82,1%	89,3%	100,0%	100,0%	72,0%
CUMPLIMIENTO CON RESPECTO AL TOTAL DE REQUISITOS	85,3%	90,0%	100,0%	100,0%	79,4%
¿ES VIABLE SU EJECUCIÓN?	SI	SI	SI	SI	NO
TOTAL FUENTES INDISPONIBLES / CANT EVENTO DE FUENTES INDISPONIBLE AÑO 2017	258	258	1189	258	258
CANTIDAD DE FUENTES POSIBLES A SOLUCIONAR	179	253	830	52	258
EFFECTIVIDAD DE LA SOLUCIÓN	69%	98%	70%	20%	100%
REDUCCIÓN EN HORAS	2.035	4.607	4.847	289	DESCARTADO POR INCUMPLIMIENTO RESTRICCIONES
% REDUCCION INDISPONIBILIDAD COSTA	9,0%	21,0%	21,0%	1,3%	

Tabla 45. Resumen general de soluciones en cumplimiento de restricciones e impacto en horas de indisponibilidad en la zona Costa.⁹⁰

En donde el mayor impacto en reducción de horas de indisponibilidad en la zona Costa corresponde a las soluciones del gabinete con 3 ó 4 bancos de baterías y la móvil exclusiva de plantas el cual corresponde a un 21% de reducción del total de horas de indisponibilidad, seguido del doble banco de baterías con un 9% y por último la migración de fuentes de poder a BTS con un impacto de 1,3%. El impacto se midió contra el total de indisponibilidad en horas

⁹⁰ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

incluyendo potencia, coaxial y óptica que corresponde a un total de 22.211 horas acumuladas en hasta octubre del 2017.

				PORTAFOLIO DE SOLUCIONES BARRANQUILLA Y AREA METROPOLITANA				
				SOLUCION 1	SOLUCION 2	SOLUCION 3	SOLUCION 4	SOLUCION 5
ETAPA	ACTIVIDAD	RESTRICCION	DESCRIPCIÓN	DOBLE BANCO DE BATERIA	GABINETE 3 ó 4 BANCOS BATERIAS	MOVIL EXCLUSIVA PLANTAS ELÉCTRICAS	MIGRACIÓN DE FUENTES DE PODER A BTS	SUSTENTACIÓN ELECTRICA POR PANEL SOLAR
1. RESTRICCIONES	1.1 RESTRICCIONES TECNICAS OPERATIVAS	Dimensión de equipos en infraestructura de UFINET	Tamaño máximo: altura de 54 cm, ancho de 30 cm y profundidad de 30 cm y con un peso máximo de 23 kg	NO	SI	SI	SI	NO
		Instalación de equipos nuevos en infraestructura de UFINET	un aparato por poste/torre, y su ubicación igualmente deberá estar bajo cable o cables de comunicaciones	NO	SI	SI	SI	NO
		Ubicación de accesorios y equipos auxiliares en infraestructura de UFINET	Todos los accesorios y equipos auxiliares de los cables de señal serán fijados por debajo del cable de comunicaciones sobre el propio poste	SI	SI	SI	SI	NO
		Cantidad de equipos de telecomunicaciones en infraestructura de UFINET	Sólo se permitirá la instalación de una caja de empalme, caja o equipo por poste/torre. En ningún caso se permitirá la instalación de cualquiera de estos elementos en el caso que exista ya un elemento de esta naturaleza	NO	SI	SI	SI	NO
		Cantidad de equipos estructurales en espacios públicos	máximo de dos (2) unidades por frente de manzana. En el caso de espacios y zonas verdes, se podrá instalar un máximo de dos (2) unidades de dichos elementos estructurales de soporte por cada 1000m2de superficie, en áreas menores únicamente una unidad	SI	SI	SI	SI	NO
		Cesión de infraestructura instalada en casos de construcción por un operador de telecomunicaciones	Los soportes o bases para la instalación del elemento receptor o transmisor de telecomunicaciones quedara cedido al distrito por el titular de la licencia, convirtiéndose el mencionado elemento en un bien de uso público por destinación	SI	SI	SI	SI	SI
	1.2 RESTRICCIONES ECONOMICAS	facturación cantidad adicional posteria	k = Longitud máxima del elemento en cm (largo o ancho) / 10 cm k * Tarifa según tipo infraestructura empleada	SI	SI	SI	SI	SI
		Remuneración mensual del uso de la infraestructura propiedad del distrito de barranquilla	Franja 1 9 a 12 mts (1,2 SMMLV) Franja 2 12 a 15 mts (1, 7 SMMLV) Franja 3 15 a 18 mts (2,2 SMMLV) Franja Mayor a 18 mts (2,4 SMMLV)	SI	SI	SI	SI	SI
		tipo de franja aplicable		FRANJA 1 73%	FRANJA 1 100%	N/A 100%	FRANJA 1 100%	FRANJA 2 55%
CUMPLE LAS RESTRICCIONES								
ETAPA	ACTIVIDAD	GRUPO	REQUISITO	DOBLE BANCO DE BATERIA	GABINETE 3 ó 4 BANCOS BATERIAS	MOVIL EXCLUSIVA PLANTAS ELÉCTRICAS	MIGRACIÓN DE FUENTES DE PODER A BTS	SUSTENTACIÓN ELECTRICA POR PANEL SOLAR
5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	5.1 CATALOGACION DE REQUISITOS	Seguridad	Cerradura con llave unica manejada X Interv.	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad de baterias X Banco	SI	SI	N/A	SI	SI
			Implementacion de Brazo de seguridad del Inversor	SI	SI	N/A	SI	SI
			Implementación AlphaGuard con Arnes según # de bancos de Baterias	SI	SI	N/A	SI	SI
			Alcance de manipulación basica por parte de moviles PE	SI	SI	N/A	SI	SI
			Proteccion para manipulacion de Terceros	SI	SI	N/A	SI	NO
			Se permittie colocar aseguramientos como candados, guayas u otro tipo de soluciones	SI	SI	N/A	SI	SI
		Eléctricos	Se requiere un Vehículo con ubicaciones de almacenamiento para cada planta, que brinde fijación de las máquinas. Metodologia de fijación a poste durante soporte de planta. Un Técnico por cada planta que brinde seguridad y monitoreo.	N/A	N/A	SI	N/A	N/A
			Gabinete con alojamiento para protecciones electricas y Cables.	SI	SI	N/A	SI	N/A
			Gabinete debe estar aterrizado (SPT Hidrosolta)	SI	SI	N/A	SI	N/A
			Capacidad según diseño electrico de "Clusters de Potencia", # PS q alimentará	SI	SI	N/A	SI	SI
			SPT independiente balanceada con la SPT de la red HFC	SI	SI	N/A	SI	SI
			Capacidad maxima es de 4 KVA	SI	SI	SI	SI	SI
			Freq 60 Hz, Salida 120 V - 15 A	SI	SI	SI	SI	NO
		Material	Metal Inoxidable, preferiblemente Aluminio	SI	SI	N/A	SI	SI
			Metal, alta proteccion a derrames liquidos / Sulfatación	SI	SI	N/A	SI	SI
			Marca Reconocida - Buen soporte Técnico	NO	NO	SI	SI	NO
		Mecánicos	contenga Bandejas para Baterías	SI	SI	N/A	SI	SI
			contenga Puerta Lateral (Mejora la manipulación)	NO	SI	N/A	N/A	N/A
			contenga Rejillas ventilación/Estractor	SI	SI	N/A	SI	NO
		Refacción/reservas	Se tenga Repuestos (Partes del gabinete o de la solucion)	NO	NO	SI	SI	NO
			Se encuentra o que permita inclusión dentro de Maestra de materiales	SI	NO	N/A	SI	NO
			Se logre incluir dentro de Rutinas de Manttos preventivos/ Ciclicos	SI	SI	SI	SI	SI
			Moviles tengan Reserva de combustible adicionales	N/A	N/A	SI	SI	N/A
			Que se logre identificar Mantto Preventivo X # de Horas de USO	SI	SI	SI	SI	SI
		Proteccion ambiental	Se tenga Grado de proteccion IP56	SI	SI	N/A	SI	SI
			Temperatura de funcionamiento de los equipos menor a 40°C en ambiente exteriores	NO	SI	SI	SI	SI
			Soluciones con gabinete maxima temperatura en interior permitida 37°C	SI	SI	SI	SI	SI
			Soluciones con gabinete Minima temperatura interior permitida 0°C	NO	SI	SI	SI	NO
			Soporte humedad relativa 78% a 84%	SI	SI	SI	SI	SI
CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE				82,1%	89,3%	100,0%	100,0%	72,0%
CUMPLIMIENTO CON RESPECTO AL TOTAL DE REQUISITOS				85,3%	90,0%	100,0%	100,0%	79,4%
¿ ES VIABLE SU EJECUCIÓN?				SI	SI	SI	SI	NO

Tabla 46. Comparación de las restricciones y requerimientos de todas las soluciones propuestas⁹¹

⁹¹ Los Autores del presente documento. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

3.2.5. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Se realizó la valoración económica de las 5 alternativas de solución teniendo en cuenta la información de la maestra de materiales y manos de obra de la compañía como de presupuestos a empresas expertas en soluciones de energía. Se puede ver a continuación el presupuesto de cada una de estas soluciones:

3.2.5.1. Valoración Instalación doble banco de baterías

Para la implementación del doble banco de baterías, solo se tiene en cuenta los materiales ya que la mano de obra ya está incluida en los pagos de las móviles de red externa que se le paga por disponibilidad 24 horas. La tabla de valores de los materiales para el proyecto es el siguiente y pertenecería al CAPEX de la organización:

MATERIALES Y MANO DE OBRA PARA SOLUCIONES						DOBLE BANCO DE BATERIAS	
codigo/ITE M	tipo de material	descripción material	costo unitario	mano de obra	total	CANTIDAD	VALOR
1019347	VALORADO	BATERIA 3.5 HP 12V ALPH	\$ 626.359,00	incluido en pago de movil	\$ 626.359,00	3	\$ 1.879.077,00
1020979	VALORADO	JUEGO DE CABLES PARA BATERIAS HUAWEI	\$ 63.800,00	incluido en pago de movil	\$ 63.800,00	1	\$ 63.800,00
1025314	VALORADO	GABINETE SEGUNDO BANCO BATE. ALUM CAL 16	\$ 275.000,00	incluido en pago de movil	\$ 275.000,00	1	\$ 275.000,00
TOTAL COSTO UNITARIO DE DOBLE BANCO DE BATERIAS							\$ 2.217.877,00
TOTAL VALOR DEL PROYECTO DOBLE BANCO DE BATERIAS						179	\$ 396.999.983,00

Tabla 47. Presupuesto para implementación de solución de doble banco de baterías⁹²

3.2.5.2. Valoración Instalación de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías

Se realiza la valoración del gabinete de 3 a 4 bancos de baterías teniendo el siguiente presupuesto el cual estaría en el CAPEX de la organización:

⁹² Valores tomados maestra de materiales de empresa de telecomunicaciones. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

MATERIALES PARA SOLUCIONES						GABINETE 3 O 4 BANCOS BATERIAS	
codigo/ITEM	tipo de material	descripcion material	costo unitario	mano de obra	total	CANTIDAD	VALOR
1019347	VALORADO	BATERIA 3.5 HP 12V ALPH	\$ 626.359,00	incluido en pago de movil	\$ 626.359,00	9	\$ 5.637.231,00
1020979	VALORADO	JUEGO DE CABLES PARA BATERIAS HUAWEI	\$ 63.800,00	incluido en pago de movil	\$ 63.800,00	3	\$ 191.400,00
1020700	VALORADO	RACK BATERIAS ZONA 4 DE 0,10m x 0,80 x 0,50	\$ 4.680.000,00	incluido en pago de movil	\$ 4.680.000,00	1	\$ 4.680.000,00
48	U	Construcción de cámaras tipo F1	\$ 459.341,00	\$ 142.504,00	\$ 601.845,00	1	\$ 459.341,00
1020604	M	CABLE 2X10 CONCENTRICO ANTIFRAUDE	\$ 5.802,00		\$ 5.802,00	40	\$ 232.080,00
23	mL	Colocar un ducto de 2" en zanja por anden	\$ 9.438,00	\$ 950,00	\$ 10.388,00	46	\$ 477.848,00
TOTAL COSTO UNITARIO DE GABINETE DE 3 O 4 BANCOS DE BATERIAS							\$ 11.677.900,00
TOTAL VALOR DEL PROYECTO GABINETE DE 3 O 4 BANCOS DE BATERIAS						253	\$ 2.954.508.700

Tabla 48. Presupuesto para implementación de solución de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías⁹³

3.2.5.3. Móvil exclusivo para fuentes de poder

La móvil exclusiva para fuentes de poder está conformado por 9 personas, 8 plantas eléctricas que se colocaran al momento de la descarga del primer banco de baterías para dar soporte mientras se restablece el servicio de energía en la fuente afectada y con 24 fuentes de baterías que corresponde a 8 bancos de baterías para reemplazo de estas en las fuentes al momento de la descarga del primer banco. Los costos totalizados asociados a esta solución que corresponde a 3 turnos de 8 horas en un día y se encontraría en el OPEX de la organización. Se observa el valor mensual en la Tabla 49:

MATERIALES PARA SOLUCIONES		MÓVIL EXCLUSIVA PARA FUENTES DE PODER	
Descripción material		CANTIDAD	VALOR MENSUAL
MO MOVIL POTENCIA FURGON		1	\$ 10.587.329
TOTAL VALOR DEL PROYECTO DE MOVIL EXCLUSIVA PARA FUENTES DE PODER		3	\$ 31.761.987

Tabla 49. Presupuesto para implementación de solución de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías⁹⁴

⁹³ Valores tomados maestra de materiales de empresa de telecomunicaciones. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

⁹⁴ Valores tomados maestra de materiales de empresa de telecomunicaciones. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

3.2.5.4. Migración de fuentes de poder a estaciones bases de telefonía celular

Para la migración de fuentes a estaciones bases solo se requiere la cantidad de metros correspondiente para desplazar la fuente a las estaciones bases ya que estas últimas tienen espacios para la colocación de esta en gabinetes. La cantidad de metros mínimo que se requiere por fuente para la migración es 600 metros. Por lo que 52 fuentes a ese metraje corresponden a 31.200 metros en total. La mano de obra está incluida en la disponibilidad de la móvil y corresponde al CAPEX. Se anexa los costos correspondientes:

MATERIALES PARA SOLUCIONES						Migración de fuentes de poder a estaciones bases de	
codigo/IT EM	tipo de material	descripcion material	costo unitario	mano de obra	total	CANTIDAD	VALOR
1022806	VALORADO	E COAXIAL .715 CON MENSA	\$ 4.417	incluido en pago de movil	\$ 4.417	31.200	\$ 137.810.400
1034294	VALORADO	CONECTORES 0.715	\$ 18.135	incluido en pago de movil	\$ 18.135	104	\$ 1.886.040
TOTAL VALOR DEL PROYECTO MIGRACIÓN DE FUENTE A BTS							\$ 139.696.440

Tabla 50. Presupuesto para implementación de migración de fuentes de poder a estaciones bases de telefonía celular⁹⁵.

3.2.5.5. Valoración Instalación de Sustentación eléctrica a través de paneles solares

A pesar de que esta solución no cumplió las restricciones correspondientes, el valor de esta solución depende del CAPEX. Esta solución es la más costosa de todos debido al KIT de paneles solares que debe implementarse por tipo de amperaje que tiene como carga cada fuente. Por lo que se debe instalar cada KIT por cada fuente instalada que corresponde a 258 fuentes en la ciudad de Barranquilla y área metropolitana. El presupuesto se puede observar en la Tabla 51.

⁹⁵Valores tomados maestra de materiales de empresa de telecomunicaciones. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

MATERIALES PARA SOLUCIONES						SUSTENTACION ELECTRICA POR PANELES SOLARES	
codigo/IT EM	tipo de material	descripcion material	costo unitario	mano de obra	total	CANTIDAD	VALOR
n/a	n/a	SUMINISTRO DE KIT DE GENERACION SOLAR DE 1325 W (hasta 12 amp)	\$ 27.860.320	\$ 5.600.000	\$ 33.460.320	17	\$ 568.825.440
n/a	n/a	SUMINISTRO DE KIT DE GENERACION SOLAR DE 1060 W (hasta 8 amp)	\$ 22.641.120	\$ 5.600.000	\$ 28.241.120	175	\$ 4.942.196.000
n/a	n/a	SUMINISTRO DE KIT DE GENERACION SOLAR DE 796 W (hasta 4 amp)	\$ 19.268.320	\$ 4.800.000	\$ 24.068.320	66	\$ 1.588.509.120
TOTAL VALOR DEL PROYECTO SUSTENTACION ELÉCTRICA POR PANELES SOLARES						258	\$ 5.511.021.440

Tabla 51. Presupuesto para implementación de sustentación eléctrica por paneles solares⁹⁶.

3.2.6. ETAPA 5: Selección De La Solución

En esta etapa se selecciona la solución o las soluciones más viables para la organización. Se realizó la primera reunión con la gerencia técnica, el cual tomó la decisión de usar soluciones mixtas y no una sola solución. Por lo que el resultado final y la decisión tomada por la gerencia técnica Costa para mostrar como propuesta al director nacional de ingeniería para la aprobación presupuestal para el 2018 fue la siguiente la siguiente (Tabla 52).

DESCRIPCIÓN	PORTAFOLIO DE SOLUCIONES BARRANQUILLA Y AREA METROPOLITANA			
	SOLUCION 1	SOLUCION 3	SOLUCION 4	
	DOBLE BANCO DE BATERIA	GABINETE 3 ó 4 BANCOS BATERIAS	MOVIL EXCLUSIVA PLANTAS ELÉCTRICAS	MIGRACIÓN DE FUENTES DE PODER A BTS
CUMPLE LAS RESTRICCIONES	72,7%	100,0%	100,0%	100,0%
CUMPLE LAS REQUERIMIENTOS AJUSTADO A SU ALCANCE	82,1%	89,3%	100,0%	100,0%
¿ ES VIABLE SU EJECUCIÓN?	SI	SI	SI	SI
TOTAL FUENTES INDISPONIBLES / CANT. EVENTO DE FUENTES INDISPONIBLE AÑO 2017	258	258	1189	258
CANTIDAD DE FUENTES POSIBLES A SOLUCIONAR	169	55	830	31
EFFECTIVIDAD DE LA SOLUCIÓN	66%	98%	70%	20%
REDUCCIÓN EN HORAS	2.035	4.607	4.847	120
% REDUCCION INDISPONIBILIDAD COSTA	9,0%	21,0%	21,0%	0,5%
COSTO UNITARIO DE LA SOLUCION	\$ 2.217.877	\$ 11.677.900	\$ 10.587.329	\$ 22.552
VALOR TOTAL X SOLUCIÓN	\$ 374.821.213	\$ 642.284.500	\$ 31.761.987	\$ 139.696.440
VALOR TOTAL DEL PROYECTO	\$ 1.017.105.713		\$ 31.761.987/MES	\$ 139.696.440
STATUS APROBACION DIRECCION DE INGENIERIA	APROBADO	APROBADO	DESCARTADO POR SER OPEX	APROBADO
VALOR APROBADO POR DIRECCIÓN	\$ 1.017.105.713			\$ 139.696.440
TOTAL PROYECTO APROBADO	\$ 1.156.802.153			

Tabla 52. Status y aprobación del portafolio de soluciones⁹⁷.

Como se observa, se convirtió en soluciones mixtas en donde se tendría las siguientes participaciones:

⁹⁶ Valores tomados maestra de presupuesto de electric forcé solutions. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

⁹⁷ Valores tomados maestra de materiales de empresa de telecomunicaciones. No autorizo la divulgación de esta información ya que es de carácter confidencial y exclusivo del autor de este documento

- Ejecución de 31 migraciones de fuentes a estaciones bases de celular, lo cual tiene una reducción de 0,5% a nivel costa.
- Fase 1: Realización de doble banco de baterías con un impacto del 9% a nivel costa con un costo de \$ 374 Millones de pesos el cual corresponde al 66% de fuentes indisponibles. Inicialmente se tenía 176 fuentes a colocar, pero se redujo a 169 debido a que 7 ya se encontraban con presupuesto aprobado por lo que no se incluyeron dentro de la propuesta.
- Fase 2: Realización de gabinete de 3 o 4 bancos de baterías en las zonas que la autonomía del doble banco de baterías no tuviese la capacidad correspondiente. Estas corresponderían a 55 fuentes, con un alcance combinado con la fase 1 de un 98% de fuentes indisponibles solucionadas, generando una solución del 21% del total de reducción en la zona Costa.
- Por último, la implementación de la móvil exclusiva de plantas eléctricas, se mostraría como una solución independiente mas no como un complemento de las antes nombradas.

El día 9 de octubre del 2017, la gerencia técnica de costa en conjunto con los jefes de proyectos y de OYM de red externa y fibra expusieron las soluciones correspondientes, en donde la dirección de ingeniería y la subdirección de OYM aprobó tres de cuatro soluciones. Las propuestas aprobadas fueron: la migración a estaciones bases de las fuentes de poder y la fase 1 y 2 de implementación de banco de baterías y gabinetes. La solución de la móvil de fuentes de poder fue descartada debido a que es un gasto operacional u OPEX. La compañía tiene como objetivo en su plan estratégico disminuir los costos operacionales, en comparación con las otras 3 soluciones los cuales son gastos de CAPEX por lo que solo se invertirá una sola vez para poder mitigar el problema.

La Dirección aprobó y solicitó a la subdirección de red externa y fibra la suma de 1.156 millones de pesos de presupuesto para el año 2.018 que corresponden al total del proyecto de migración de fuentes a estaciones bases y las dos fases de doble banco y gabinete con baterías.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este proyecto tiene las siguientes conclusiones:

- El mal servicio y el estado de las redes del operador de suministro de energía eléctrica generan un gran impacto en las empresas a nivel de la región costa. Las empresas que pretenden entrar a esta zona tienen que tener planes de contingencia bien estructurados para mantener su operación de forma adecuada y estar revisándose de manera periódica para los cambios del operador.
- El método de métricas V3.0 es de fácil implementación, entendimiento y de buena acogida por el grupo de trabajo para la realización de este proyecto. Por lo que fue clave entre las sinergias de las áreas involucradas para la culminación de este.
- Se logró definir todas las restricciones y requisitos actuales para la viabilidad de estas soluciones propuestas por medio de la catalogación y sinergia de todas las áreas involucradas.
- Se realizó un estudio detallado de la situación actual y se realizó un diagnóstico evidenciando falencias en capacidades, metodología y en la tecnología actual para la mitigación del problema.
- Se preseleccionaron las alternativas y se valoró el costo beneficio que generaba a la organización con respecto al impacto a nivel de indisponibilidad de servicio. Por lo que al final se tomó una solución mixta pensando netamente en el costo de la solución debido a la prioridad de la organización de mantener la rentabilidad de la compañía.
- Se evidencio que las soluciones como el gabinete de 3 o 4 bancos de batería genero nuevos diseños que en la organización no se habían contemplados por presunción de costos elevados. Al validar los costos, se evidencio la viabilidad y el gran impacto que generaría en los tiempos de indisponibilidad este tipo de soluciones.

- Los paneles solares son demasiado costosos y poco prácticos para la implementación en tipo de redes cableadas que utilizan su distribución por medio de infraestructura telemática.
- Soluciones como la migración a estaciones bases, es un inicio en la organización para fusionar dos tipos de redes a nivel de electromecánico y aprovechar la infraestructura existente y equipos de dos organizaciones culturalmente diferentes para generar una solución conjunta.
- La organización acepto las soluciones propuestas en este documento por lo que se incluirá el presupuesto para el año 2018 y su planeación y ejecución para el mismo año. La gerencia técnica de costa, exigió al área de proyectos de la compañía un cronograma y procedimientos para su implementación para el próximo año.
- Se recomienda en proyectos de telecomunicaciones, buscar alguna manera de sacar el costo de indisponibilidad de servicio de corta duración ya que la organización solo lo tiene representado en altas duraciones (mayores a 48 horas).
- Es recomendable evaluar formas de implementación a nivel de infraestructura para colocación de energías limpias en espacio público ya que no existe alguna manera eficiente y organizada que permita colocar esta de manera sistemática en redes de telecomunicaciones.
- Se recomienda hacer el mismo procedimiento y metodología para tecnología de estaciones bases ya sea 2G, 3G y 4G ya que sufren el mismo impacto por el mal servicio de energía eléctrica en la zona Costa.

BIBLIOGRAFIA

- ALCALDIA. (2013). DECRETO n°0659. *Gaceta distrital N°401*, 1.
- ALPHA, T. (2001). FUENTES ALPHA XM SERIES 2 MANUAL OPERADOR. 70.
- comunicaciones, c. r. (2011). *resolución 3066*.
- CREG 063 de 2013. . (s.f.).
- electric force solution*. (2017).
- MARKETTEAM. (2017). *Calibración CEM*. Bogota.
- NOC. (2008). *Manual gestionar incidente y dar soporte técnico fuentes de poder fluido eléctrico BOSS soluciones fijas*. Bogota.
- NOC. (2008). *Proceso e instructivo de escalamiento por NOC*. BOGOTA.
- SISTEMA DE INFORMACIÓN. (2016). *Fich técnica de indicador de indisponibilidad de servicio*. Barranquilla.
- Direcciones de internet:
- <https://www.elheraldo.co/local/el-mapa-del-deficiente-servicio-de-energia-en-la-costa-248430>
 - <https://www.elheraldo.co/barranquilla/electricaribe-la-firma-con-cortes-de-energia-mas-prolongados-del-pais-364375>
 - https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%ADbrido_de_Fibra_Coaxial
 - <https://alexalvarez0310.wordpress.com/category/redes-hfc/>
 - https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_distribuci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica
 - https://es.wikipedia.org/wiki/Media_tensi%C3%B3n_el%C3%A9ctrica
 - https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html#.WQrbfGmGPIV

- <http://fenalcobolivar.com/desarrollo-sectorial/que-es-un-plan-de-ordenamiento-territorial-y-para-que-sirve-1487>

ANEXOS